



TUGAS AKHIR – TI 141501

**PENDEKATAN SISTEM DINAMIK PADA PERTUMBUHAN
SEKTOR TRANSPORTASI BERDASARKAN PERHITUNGAN
INVESTASI PEMBANGUNAN SURABAYA *MASS RAPID
TRANSIT* (SMART)**

MUHAMMAD CAESARIO BARUZA

NRP 2511 100 170

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc.

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2015



FINAL PROJECT – TI 141501

**SYSTEM DYNAMIC APPROACH FOR TRANSPORTATION
SECTOR DEVELOPMENT BASED ON CALCULATION OF
INVESTMENT OF SURABAYA MASS RAPID TRANSIT
(SMART)**

MUHAMMAD CAESARIO BARUZA

NRP 2511 100 170

SUPERVISOR

Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc.

DEPERTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

**PENDEKATAN SISTEM DINAMIK PADA PERTUMBUHAN SEKTOR
TRANSPORTASI BERDASARKAN PERHITUNGAN INVESTASI
PEMBANGUNAN SURABAYA MASS RAPID TRANSIT (SMART)**

PROPOSAL TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUHAMMAD CAESARIO BARUZA

NRP. 2511 100 170

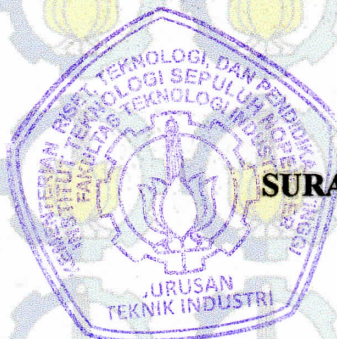
Disetujui oleh

Dosen Pembimbing Tugas Akhir:



Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc.

NIP. 195903181987011001



SURABAYA 2015

PENDEKATAN SISTEM DINAMIK PADA PERTUMBUHAN SEKTOR TRANSPORTASI BERDASARKAN PERHITUNGAN INVESTASI PEMBANGUNAN SURABAYA MASS RAPID TRANSIT (SMART)

Nama Mahasiswa : M. Caesario Baruza
NRP : 2511100170
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc.

ABSTRAK

Kemacetan merupakan suatu permasalahan yang sudah umum terjadi di kota-kota besar seperti Surabaya. Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta dengan rata-rata laju peningkatan penduduk setiap tahunnya sebesar 2%. Pertambahan jumlah penduduk di Surabaya berbanding lurus dengan jumlah kendaraan pribadi yang beroperasi di Surabaya. Pertambahan pengguna kendaraan pribadi yang terus meningkat setiap tahunnya menyebabkan kepadatan dan kemacetan terus meningkat. Salah satu solusi yang dirumuskan oleh Pemerintah Kota Surabaya dalam mengurangi kemacetan tersebut adalah dengan melakukan investasi terhadap proyek *urban transit* dengan nama Surabaya *Mass Rapid Transit* (SMART) yang terdiri dari proyek *monorail* dan tram. Selain dari pengurangan tingkat kemacetan di Surabaya, SMART diharapkan juga mampu mengurangi tingkat polusi dan mengembangkan pertumbuhan ekonomi di Surabaya. Dalam merealisasikan proyek tersebut, pemerintah mengeluarkan dana yang tidak sedikit untuk melakukan perubahan terhadap Kota Surabaya. Penelitian ini menganalisa skenario investasi dari SMART yang dibangun dari sisi ekonomi makro dengan acuan penilaian dampak ekonomi terhadap PDRB Surabaya, lebih spesifiknya terhadap PDRB Transportasi. Penelitian ini menggunakan metode sistem dinamika atas dasar kompleksitas antar variabel dan perilaku sistem mengenai dinamika ekonomi dan transportasi Surabaya. Skala konstruksi dari pembangunan SMART digunakan sebagai variabel kontrol untuk melakukan simulasi perubahan jangka waktu dalam investasi yang menyebabkan perubahan *output* untuk masing-masing skenario investasi.

Kata Kunci—*Surabaya Mass Rapid Transit, Simulasi, Sistem Dinamik, PDRB*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

SYSTEM DYNAMIC APPROACH FOR TRANSPORTATION SECTOR DEVELOPMENT BASED ON CALCULATION OF INVESTMENT OF SURABAYA MASS RAPID TRANSIT (SMART)

Nama Mahasiswa : M. Caesario Baruza
NRP : 2511100170
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc

ABSTRACT

Congestion is a common problem that exists in most populated city like Surabaya as a big city in Indonesia. As one of big city in Indonesia, Surabaya has average rate of population increase of 2% annually. The number of people in Surabaya is directly proportional to the number of private vehicles operating in Surabaya. Recently, the new users of private vehicles that are increasing, by which are producing congestion. One of solution that finitiated by the Surabaya City Government in reducing congestion is by investing on urban transit projects under the name Surabaya Mass Rapid Transt (SMART) which consists of a monorail and tram projects. Aside from the reduction in the level of congestion in Surabaya, SMART also expected to reduce the level of pollution and develop economic growth in Surabaya. In realizing the project, the government issued a fund that does little to make changes to the city of Surabaya. This study analyzes the investment scenario of SMART based on view from macro-economic side with reference to the economic impact assessment of the GDP Surabaya, more specifically to the GDP of Transport. This study proposes a method based on the complexity of the system dynamics between variabels and the behavior of the system on the dynamics of the economy and transportation Surabaya. Scale construction of building SMART used as a control variabel to simulate changes in the time period of investment that caused the change in output for each investment scenario.

Keyword--*Surabaya Mass Rapid Transit, Simulation, Dynamic Systems, GDP*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, berkat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar dan tepat waktu. Laporan Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Industri dengan judul “Pendekatan Sistem Dinamik Pada Pertumbuhan Sektor Transportasi Berdasarkan Perhitungan Investasi Pembangunan Surabaya *Mass Rapid Transit* (Smart)”.

Selama pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir, penulis menerima bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Samsul Hadi dan Ibu Ida Wahyuni yang telah mendukung secara moral dan materi kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc selaku dosen pembimbing atas kesabaran, bimbingan, waktu serta pembelajaran selama penyelesaian laporan ini.
3. Seluruh dosen dan staff sekretariat Jurusan Teknik Industri ITS atas layanan pendidikan yang diberikan.
4. Teman-teman angkatan 2011 VERESIS yang bersedia menjadi teman saya.
5. Anggota Dep. SOSMA 2012/2013 dan 2013/2014 telah mengisi hidup ini dengan berbagai pelajaran hidup berorganisasi.
6. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu atas semua dukungan, doa, dan perhatian dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang ada. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak dan dapat memberikan masukan dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan kemajuan bangsa.

Surabaya, Juli 2015

Muhammad Caesario Baruz

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

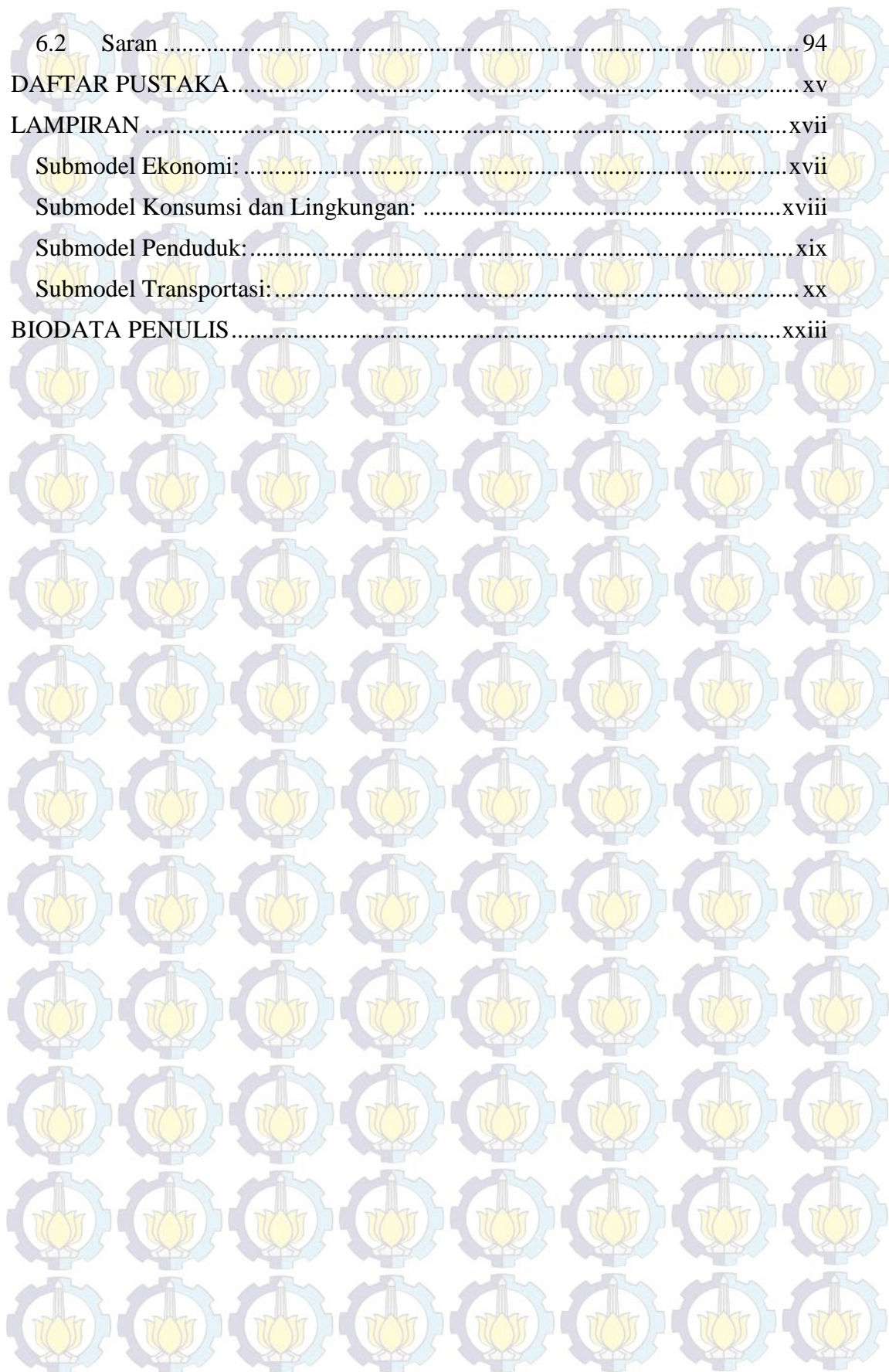
DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	7
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	7
1.3.1 Tujuan	7
1.3.2 Manfaat	7
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	8
1.4.1 Batasan Penelitian	8
1.4.2 Asumsi Penelitian	8
1.5 Sistematika Penelitian	8
BAB 2	11
TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 <i>Surabaya Mass Rapid Transit (SMART)</i>	11
2.1.1 Surotram	13
2.1.2 Boyorail	15
2.2 Pengaruh Transportasi Terhadap Perkembangan Ekonomi	17
2.3 Dasar Simulasi Sistem	18
2.3.1 Filsafat Manajemen	18
2.3.2 Organisasi (<i>corporate</i>) ke Perilaku Dinamis (<i>Behaviour</i>)	18
2.3.3 Organisasi (<i>corporate</i>) ke Perilaku Dinamis (<i>Behaviour</i>)	19
2.3.4 Wahana untuk Mempengaruhi Organisasi	19
2.3.5 Simulasi	19
2.3.6 Simulasi dan Model	20
2.3.7 Model Simulasi dalam Lingkup Manajemen	21

2.3.8	Metodologi <i>System Dynamics</i>	22
2.3.9	Hubungan Kausal (Sebab-Akibat).....	23
2.3.10	Perancangan Suatu Model <i>System Dynamics</i>	24
2.3.11	Langkah-langkah Pemodelan dengan Metode <i>System Dynamics</i>	25
2.4	<i>Critical Thinking Skills</i> dalam Metodologi <i>System Dynamics</i>	27
2.4.1	<i>Dynamic Thinking</i>	28
2.4.2	<i>Closed-loop Thinking</i>	28
2.4.3	<i>Generic Thinking</i>	28
2.4.4	<i>Structural Thinking</i>	28
2.4.5	<i>Operational Thinking</i>	29
2.4.6	<i>Continuum Thinking</i>	29
2.4.7	<i>Scientific Thinking</i>	29
2.5	<i>System Dynamic Modelling</i> (SDM)	29
2.6	Verifikasi dan Validasi	32
2.7	Penelitian Terdahulu	33
BAB 3		35
METODOLOGI PENELITIAN		35
3.1	Tahap Pendahuluan.....	35
3.1.1	Identifikasi Permasalahan, Tujuan dan Manfaat Penelitian	35
3.1.2	Studi Pustaka dan Studi Lapangan	35
3.2	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	36
3.2.1	Identifikasi Variabel	36
3.2.2	Pengumpulan Data.....	36
3.2.3	Pengolahan Data	36
3.3	Tahap Permodelan Sistem (<i>existing</i> dan SMART).....	36
3.3.1	Formulasi Model Konseptual dan Simulasi.....	37
3.3.2	Simulasi Sistem	37
3.3.3	Verifikasi dan Validasi	37
3.4	Tahap Analisis dan Interpretasi	38
3.5	Tahap Kesimpulan dan Saran	38
BAB 4		41
PERANCANGAN MODEL SIMULASI.....		41
4.1	Identifikasi Sistem Amatan.....	41

4.1.1	Surotrem & Boyorail.....	41
4.1.2	PDRB Surabaya	42
4.2	Konseptualitas Sistem	44
4.2.1	Identifikasi Variabel.....	44
4.2.2	<i>Input-Output Diagram</i>	51
4.2.3	<i>Causal-Loop Diagram</i>	53
4.3	<i>Stock and Flow Diagram</i>	54
4.3.1	Bentuk Model Utama Sistem	55
4.3.2	Submodel Penduduk	56
4.3.3	Submodel Transportasi.....	57
4.3.4	Submodel Konsumsi dan Lingkungan	58
4.3.5	Submodel Ekonomi.....	59
4.4	Verifikasi dan Validasi.....	60
4.4.1	Verifikasi Model	61
4.4.2	Validasi Model	63
4.5	Simulasi Model.....	69
4.5.1	Simulasi Submodel Penduduk	69
4.5.2	Simulasi Submodel Transportasi.....	70
4.5.3	Simulasi Submodel Konsumsi dan Lingkungan	71
4.5.4	Simulasi Submodel Ekonomi.....	72
BAB 5	73
MODEL SKENARIO INVESTASI DAN ANALISIS KEBIJAKAN	73
5.1	Skenario 1 : Model Eksisting	73
5.2	Skenario 2 : Skala Konstruksi Surotrem (0.5) dan Skala Konstruksi Boyorail (0.5).....	75
5.3	Skenario 3 : Skala Konstruksi Surotrem (0.8) dan Skala Konstruksi Boyorail (0.8).....	77
5.4	Skenario 4 : Skala Konstruksi Surotrem (1) dan Skala Konstruksi Boyorail (1)	79
5.5	Perbandingan 4 Skenario Utama	81
5.6	Kombinasi Skenario dan Perbandingannya.....	85
BAB 6	93
KESIMPULAN DAN SARAN	93
6.1	Kesimpulan.....	93

6.2 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA.....	xv
LAMPIRAN	xvii
Submodel Ekonomi:	xvii
Submodel Konsumsi dan Lingkungan:	xviii
Submodel Penduduk:	xix
Submodel Transportasi:	xx
BIODATA PENULIS	xxiii



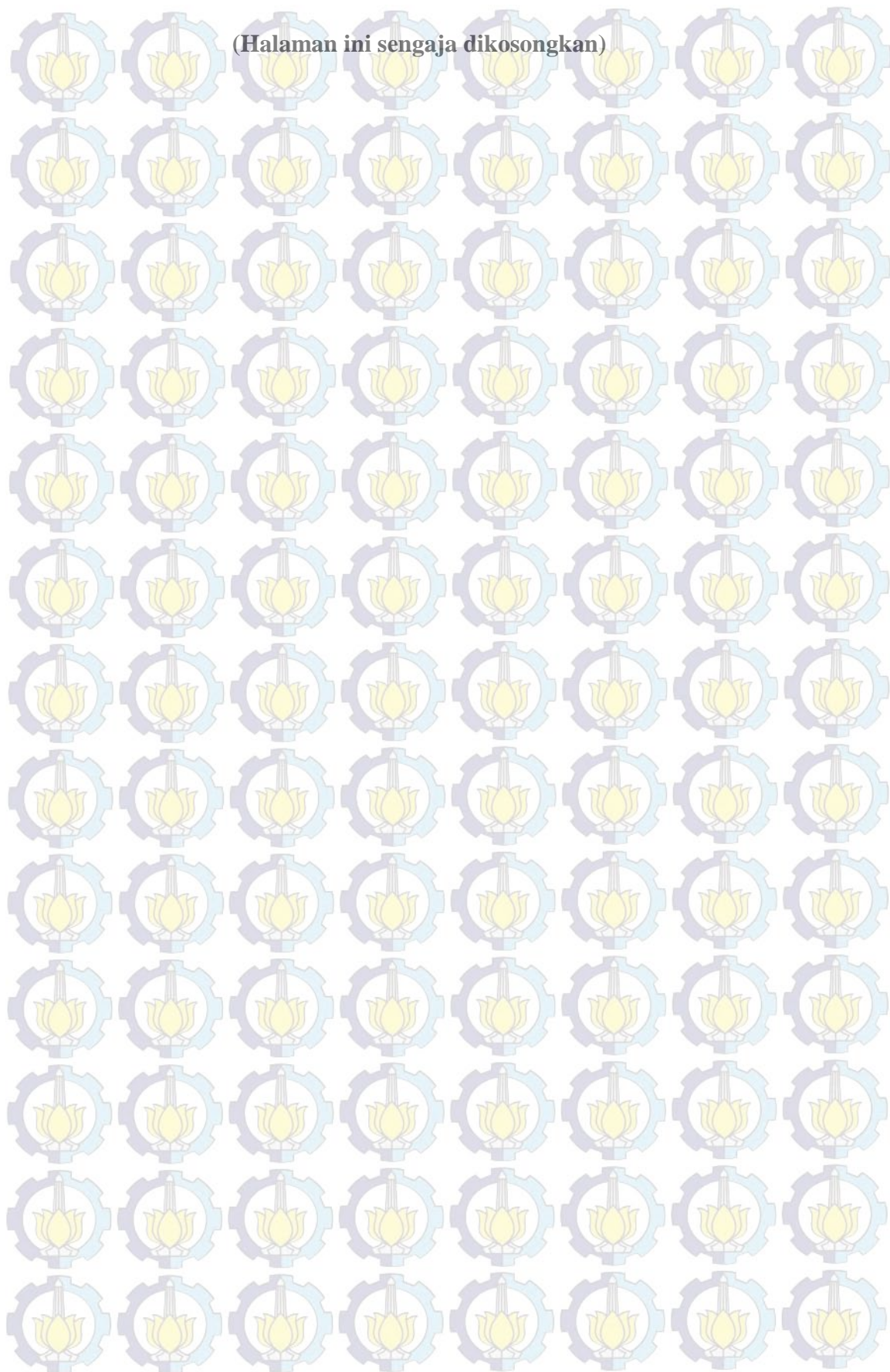
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Pertumbuhan Penduduk Kota Surabaya	2
Gambar 1. 2 Hubungan Efisiensi Ekonomi-Produktivitas Dalam Perkembangan Ekonomi (Litman, 2010).....	5
Gambar 1. 3 Perbandingan pertumbuhan ekonomi Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur dan Nasional.....	6
Gambar 2. 1 Integrasi Urban Transit (Pemerintah Kota Surabaya, 2013).....	12
Gambar 2. 2 Lokasi Stasiun Surotram dan Boyorail (Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2012).....	13
Gambar 2. 3 Visualisasi Surabaya dilengkapi dengan Surotram yang Beroperasi (Pemerintah Kota Surabaya, 2013)	14
Gambar 2. 4 Desain Surotram (Pemerintah Kota Surabaya, 2013)	14
Gambar 2. 5 Visualisasi Surabaya dilengkapi dengan Boyorail yang Beroperasi (Pemerintah Kota Surabaya, 2013)	16
Gambar 2. 6 Desain Boyorail (Pemerintah Kota Surabaya, 2013)	16
Gambar 2. 7 Penjelasan Model (Tasrif, 2006)	20
Gambar 2. 8 Overview of System Thinking (Tasrif, 2006)	21
Gambar 2. 9 Struktur Informasi Sistem (Wirjodirdjo, 2010).....	23
Gambar 2. 10 Perancangan Model System Dynamics (Wirjodirdjo, 2010)	24
Gambar 2. 11 Feedback Loops Positif dan Negatif (Sterman, 2000)	30
Gambar 2. 12 Rates dan Level (Wirjodirdjo, 2010).....	31
Gambar 2. 13 Struktur Sistem Dinamik Model ESCOT (Schade & Rothengatter, 2004)	34
GAMBAR 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian	39
GAMBAR 4. 1 Input-output Diagram	52
Gambar 4. 2 Causal-loop Diagram Analisis Dampak Ekonomi pada Investasi Proyek SMART.....	54
Gambar 4. 3 Simbol pada Stock and Flow Diagram.....	55
Gambar 4. 4 Model Utama Sistem Dampak Ekonomi pada Investasi Proyek SMART	56

Gambar 4. 5 Stock and Flow Diagram Submodel Penduduk.....	57
Gambar 4. 6 Stock and Flow Submodel Transportasi.....	58
Gambar 4. 7 Stock and Flow Submodel Konsumsi dan Lingkungan.....	59
Gambar 4. 8 Stock and Flow Submodel Ekonomi	60
Gambar 4. 9 Check Unit (1)	61
Gambar 4. 10 Hasil Pengecekan unit pada Submodel Transportasi.....	61
Gambar 4. 11 Hasil Verifikasi Model Utama Sistem.....	62
Gambar 4. 12 Hasil Verifikasi Submodel Transportasi.....	62
Gambar 4. 13 Hasil Simulasi Submodel Transportasi.....	64
Gambar 4. 14 Hasil Simulasi Submodel Konsumsi dan Lingkungan	65
Gambar 4. 15 Hasil Simulasi Submodel Ekonomi.....	65
Gambar 4. 16 Hasil Uji Kondisi Ekstrim (1).....	66
Gambar 4. 17 Hasil Uji Kondisi Ekstrim (2).....	67
Gambar 4. 18 Hasil Uji Kondisi Ekstrim (3).....	67
Gambar 4. 19 Hasil Uji Kondisi Ekstrim (4).....	67
Gambar 4. 20 Hasil Simulasi Submodel Penduduk.....	70
Gambar 4. 21 Hasil Simulasi Submodel Transportasi.....	71
Gambar 4. 22 Hasil Simulasi Submodel Konsumsi dan Lingkungan	71
Gambar 4. 23 Hasil Simulasi Submodel Ekonomi.....	72
Gambar 5. 1 Perbandingan PDRB Surabaya Hasil Simulasi 4 Skenario	82
Gambar 5. 2 Perbandingan PDRB Transportasi Hasil Simulasi 4 Skenario	82
Gambar 5. 3 Perbandingan travel distance Hasil Simulasi 4 Skenario	83
Gambar 5. 4 Perbandingan Travel Time Hasil Simulasi 4 Skenario.....	83
Gambar 5. 5 Perbandingan Peningkatan Polusi Hasil Simulasi 4 Skenario.....	84
Gambar 5. 6 Efek skala konstruksi pada PDRB Transportasi.....	85
Gambar 5. 7 Efek Skala Konstruksi pada Travel Time	85
Gambar 5. 8 Grafik Perbandingan output Hasil Simulasi	88
Gambar 5. 9 Hasil perbandingan 16 skenario dari PDRB.....	89
Gambar 5. 10 Hasil Perbandingan 16 Skenario dari PDRB Transportasi	90
Gambar 5. 11 Grafik perbandingan travel time dari hasil 16 simulasi.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Peningkatan Penduduk Surabaya Berdasarkan Jenis Kelamin	2
Tabel 1. 2 Laju Pertumbuhan Penduduk Kota Surabaya	3
Tabel 1. 3 Tabel perhitungan daya tampung angkutan umum Surabaya	4
Tabel 2. 1 Lokasi Stasiun Durotram	15
Tabel 2. 2 Lokasi Stasiun Boyorail	17
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu	33
Tabel 4. 1 Pencanaan dari Surotrem dan Boyorail	41
Tabel 4. 2 Nilai Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)	43
Tabel 4. 3 Variabel-variabel Submodel Ekonomi	45
Tabel 4. 4 Variabel-variabel Submodel Penduduk	46
Tabel 4. 5 Variabel-variabel Submodel Lingkungan dan Konsumsi	47
Tabel 4. 6 Variabel-variabel Submodel Transportasi	49
Tabel 4. 7 Keterangan Simbol dalam Software Stella	55
Tabel 4. 8 Hasil Uji Perilaku Model	68
TABEL 5. 1 Skenario-skenario yang Digunakan	73
Tabel 5. 2 Hasil running simulasi skenario 1	74
Tabel 5. 3 Hasil Running Simulasi Skenario 2	76
Tabel 5. 4 Hasil running Simulasi Skenario 3	78
Tabel 5. 5 Hasil Running Simulasi Skenario 4	80
Tabel 5. 6 Hasil Simulasi 4 Skenario	81
Tabel 5. 7 Kombinasi Skenario dengan Persilangan Skala Konstruksi	86
Tabel 5. 8 Hasil Akhir Simulasi Seluruh Skenario	87



BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab yang pertama ini akan menjelaskan latar belakang dilakukannya penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian

1.1 Latar Belakang

Surabaya merupakan kota terbesar kedua yang ada di Indonesia dengan posisinya sebagai Ibukota Jawa Timur. Tidak salah dikatakan sebagai kota terluas kedua di Indonesia dengan luas wilayahnya yang mencapai kurang lebih seluas 33.306,3 hektar. Surabaya memiliki lokasi geografis yang sangat strategis dengan letaknya berada dipesisir utara Pulau Jawa sehingga menjadikan Surabaya sebagai kota dagang dan pelabuhan. Sekilas melihat sejarah, dikarenakan letaknya yang strategis tersebut, Surabaya juga menjadi pelabuhan utama yang berperan sebagai *collecting centers* dari rangkaian hasil produksi untuk diekspor ke Eropa pada masa pemerintahan Kolonial Belanda pada abad ke-19. Saat ini, Surabaya telah terkenal sebagai Kota Jasa dan Perdagangan. Sebagai pusat perdagangan, tentunya Surabaya merupakan kota yang memiliki kepadatan penduduk tinggi yang disebabkan tingkat kelahiran yang tinggi didalam kota dan tingkat urbanisasi yang tinggi. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk Surabaya pada tahun 2014 sebesar 2.853.661 jiwa dengan komposisi laki-laki sebesar 1.430.985 jiwa dan wanita sebanyak 1.422.676 jiwa. Data tersebut merupakan data penduduk yang terdaftar pada Dinas Pendaftaran Penduduk dan Pencatatan Sipil Kota Surabaya yang dengan kata lain merupakan data penduduk asli dengan Kartu Tanda Penduduk (KTP) Surabaya dan warga luar Surabaya yang telah mendaftarkan dirinya dalam peserta urbanisasi untuk menetap di Surabaya. Berikut ini merupakan data banyaknya penduduk menurut jenis kelamin hasil registrasi tahun 2006-2014:

Tabel 1. 1 Peningkatan Penduduk Surabaya Berdasarkan Jenis Kelamin

<i>Tahun</i>	Jumlah Penduduk (jiwa)
2006	2,784,196
2007	2,829,552
2008	2,902,452
2009	2,938,225
2010	2,765,487
2011	3,022,481
2012	3,125,576
2013	3,200,454

Sumber : Dinas Pendaftaran Penduduk dan Pencatatan Sipil Kota Surabaya dan BPS

Berdasarkan data tersebut, dapat dilihat bahwa jumlah penduduk Surabaya mengalami peningkatan untuk setiap tahunnya dengan rata-rata peningkatan atau laju pertumbuhan sebesar 2%. *Trend* dari peningkatan jumlah penduduk tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 1. 1 Grafik Pertumbuhan Penduduk Kota Surabaya

Sumber: Data Olah dari Tabel 1.1

Berdasarkan grafik pertumbuhan penduduk Kota Surabaya, dapat diketahui bahwa jumlah penduduk Surabaya memiliki *trend* positif dengan jumlah penduduk yang meningkat untuk setiap tahunnya dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 2%. Akan tetapi dapat dilihat pula bahwa penduduk Surabaya mengalami penurunan pada tahun 2010 dan 2014. Pada tabel 1.2 dapat diketahui bahwa laju pertumbuhan penduduk Surabaya selalu mengalami peningkatan. Berikut ini merupakan tabel laju pertumbuhan penduduk Surabaya:

Tabel 1. 2 Laju Pertumbuhan Penduduk Kota Surabaya

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertambahan Penduduk (jiwa)	Laju Pertumbuhan (%)
2006	2,784,196.00	43706	0.02
2007	2,829,552.00	45356	0.02
2008	2,902,452.00	72900	0.03
2009	2,938,225.00	35773	0.01
2010	2,765,487.00	-172738	-0.06
2011	3,022,481.00	256994	0.09
2012	3,125,576	103,095	0.03
2013	3,200,454	74,878	0.02

Sumber: Data Olah dari Tabel 1.1

Meningkatnya jumlah penduduk, kesempatan kerja dan tingkat pendapatan masyarakat memiliki hubungan sebab-akibat dengan berkembangnya transportasi di Surabaya. Sudah merupakan hal yang tidak langka apabila terjadi kemacetan di Surabaya. Hal ini disebabkan terjadinya peningkatan pengguna kendaraan pribadi yang digunakan oleh penduduk masyarakat. Peningkatan pengguna kendaraan pribadi didasarkan dari timbulnya ketidak puasan masyarakat terhadap pelayanan angkutan umum di Surabaya yang diakibatkan oleh minimnya jumlah kendaraan operasional dan *service level* yang diberikan. Berikut ini merupakan tabel perhitungan daya tamping kendaraan umum yang beroperasi di Surabaya:

Tabel 1. 3 Tabel perhitungan daya tampung angkutan umum Surabaya

<i>Jenis Kendaraan</i>	<i>Jumlah Kendaraan (unit)</i>	<i>Load Factor</i>	<i>Trip</i>	<i>Daya Tampung (jiwa)</i>
<i>Taksi</i>	3974	3	4	47.688
<i>Lyn (Angkot)</i>	5015	10	4	200.600
<i>Bus Kota</i>	270	50	4	54.000
Total				302.288

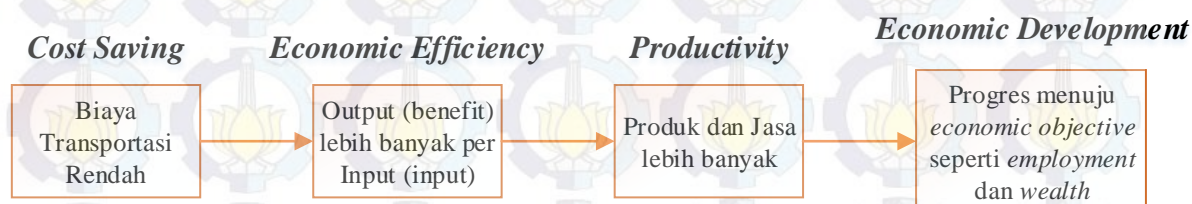
Sumber: Dinas Perhubungan Kota Surabaya.

Apabila dibandingkan dengan jumlah penduduk Surabaya, daya tampung yang dimiliki kendaraan umum sangat rendah. Dengan jumlah penduduk pada tahun 2010 sebanyak 2.765.487 jiwa, jumlah tersebut memiliki proporsi sebesar 10,9% dari jumlah penduduk produktif Surabaya. Dengan demikian pergerakan penduduk usia produktif Surabaya setiap harinya yang menggunakan kendaraan pribadi dapat diasumsikan $2.765.487 - 302.288 = 2.463.199$ orang, yaitu sekitar 89,1% (Sutomo, 2012).

Banyaknya kendaraan pribadi yang menghiiasi menyebabkan sering terjadinya kemacetan yang sering menjadi keluhan dan kesah penduduk Surabaya. Jawa Pos pada Desember lalu menyebutkan bahwa jumlah kendaraan yang ada di Surabaya berdasarkan data dari kepolisian menyebutkan sebesar 4.521.629 kendaraan dengan komposisi kendaraan roda dua sebanyak 3.625.999 kendaraan dan kendaraan roda empat atau lebih sebanyak 915.630 kendaraan (Jawa Pos, 2014). Jumlah tersebut terhitung sangat besar apabila dibandingkan jumlah penduduk pada tahun 2014, yaitu sebanyak 2.853.661 jiwa, dimana jumlah kendaraan hampir dua kali lipat dari jumlah penduduk. Dengan data tersebut dapat diasumsikan bahwa setiap warga memiliki hampir 2 kendaraan bermotor. Dapat dikatakan Surabaya saat ini memiliki masalah terhadap kemacetan, keterbatasan lahan untuk pembangunan jalan, perjalanan penumpang yang tidak efisien dan peningkatan polusi udara sebagai akibat dari peningkatan pengguna kendaraan pribadi, dengan kata lain transportasi yang ada di Surabaya tidak memadai dan buruk. Mengatasi permasalahan tersebut, maka dibuatlah proyek *Surabaya Mass Rapid Transit* (SMART). Disamping mengatasi permasalahan tersebut, Proyek

SMART yang akan terdiri dari *tram* (Surotram) dan *monorail* (Boyorail) bertujuan untuk mengembangkan perekonomian Surabaya dilihat dari mobilitas yang efisien pada transportasi Surabaya.

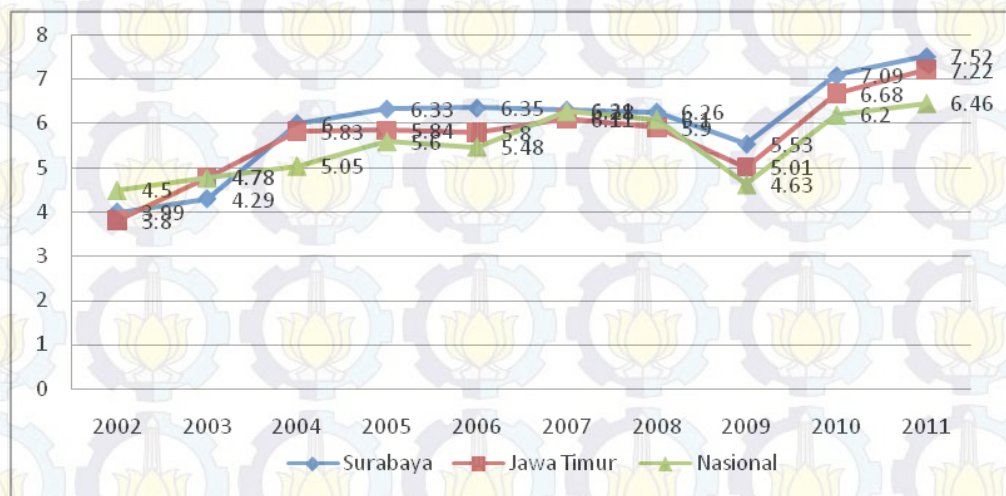
Sebagai Kota Jasa dan Perdagangan, transportasi merupakan faktor penting yang harus diperhatikan. Transportasi memiliki pengaruh terhadap perkembangan ekonomi suatu daerah. Pembangunan SMART memiliki manfaat antara lain dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru, menurunkan waktu tempuh dan meningkatkan mobilitas, memberikan dampak yang positif terhadap perbaikan lingkungan dan *Transit Oriented Development* (TOD) yang menjadikan SMART sebagai pendorong pada perbaikan tata ruang dan fisik kota. Adanya TOD dapat memberikan dampak positif terhadap perkembangan ekonomi pada area sekitar. Salah satu pengaruh transportasi terhadap ekonomi adalah adanya keterkaitan antara efisiensi ekonomi dan produktivitas. Efisiensi ekonomi dilihat dari total *benefit to cost ratio*. Efisiensi ekonomi yang meningkat akan meningkatkan produktivitas yang mana akan meningkatkan perkembangan ekonomi (Litman, 2010). Ilustrasi dari penjelasan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Hubungan Efisiensi Ekonomi-Produktivitas Dalam Perkembangan Ekonomi (Litman, 2010)

Pertumbuhan ekonomi Kota Surabaya dapat dilihat melalui indikator laju pertumbuhan PDRB Kota Surabaya. Tingkat kesejahteraan masyarakat di suatu daerah dapat terlihat dari nilai PDRB suatu daerah tersebut. Indikator PDRB ini menunjukkan daya beli penduduk suatu kota. Dalam hal ini digunakan PDRB atas harga berlaku karena bertujuan untuk mengukur perubahan struktur ekonomi Kota Surabaya. Semakin besar PDRB suatu daerah maka semakin tinggi tingkat kemajuan pembangunan di daerah. Menurut data Badan Pusat Statistika Kota

Surabaya, Propinsi Jawa Timur mengalami pertumbuhan ekonomi sebesar 7,22 % dimana nilai tersebut melebihi pertumbuhan ekonomi nasional yang hanya sebesar 6,46%. Sedangkan Kota Surabaya memiliki pertumbuhan ekonomi yang lebih tinggi dibandingkan dengan Propinsi Jawa Timur. Perbandingan pertumbuhan ekonomi Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur dan Nasional tahun 2002 – 2011 dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. 3 Perbandingan pertumbuhan ekonomi Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur dan Nasional

Sumber: Badan Pusat Statistika Kota Surabaya, 2011

Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya bahwa transportasi membawa suatu perubahan terhadap perkembangan ekonomi, begitu pula dengan proyek SMART. Dalam perencanaan proyek SMART, masih belum diketahui dampak-dampak yang ditimbulkan dari investasinya. Dalam penanaman investasi perlu diketahui apa-apa saja yang didapatkan dari dilakukannya penanaman investasi tersebut. Untuk mengetahui dampak-dampak apa saja yang akan diperlukan suatu kajian yang membahas analisis investasi beserta dampak-dampaknya. Oleh karena itu diperlukannya kajian mengenai analisis dampak penanaman invetasi pada program SMART.

Penelitian ini mengutamakan pengkajian terhadap dampak penanaman investasi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode simulasi

dengan Sistem Dinamik dimana dalam melakukan analisis dampak perubahan ekonomi didapatkan dari perbandingan antara model simulasi *existing* dengan model simulasi saat terjadi perubahan/investasi pembangunan SMART.

1.2 Identifikasi Masalah

Kajian ekonomi terhadap investasi Proyek SMART sebagai bahan evaluasi dampak-dampak apa saja yang akan terjadi dan bagaimana perbedaannya apabila dibandingkan dengan tidak adanya investasi Proyek SMART. Kajian ini juga sebagai tolok ukur terhadap seberapa besar perubahan yang akan terjadi pada Kota Surabaya pada saat sebelum konstruksi, konstruksi hingga pasca konstruksi.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Pengkajian terhadap dampak ekonomi dari pengadaan Proyek SMART dilakukan memiliki tujuan dan manfaat untuk diperoleh. Berikut ini merupakan tujuan dan manfaat dari penelitian terhadap dampak ekonomi dari pengadaan proyek SMART:

1.3.1 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian terkait dampak investasi pembangunan Proyek SMART adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan memahami dampak Proyek SMART.
2. Mengetahui dan menganalisis variabel-variabel yang memiliki hubungan terhadap perencanaan investasi.
3. Melakukan evaluasi terhadap pembangunan Proyek SMART.

1.3.2 Manfaat

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini sebagai bahan evaluasi terhadap proyek pemerintah sebagai bahan pertimbangan terkait kebijakan yang akan diterapkan pada masa mendatang.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini dibagi menjadi batasan dan asumsi. Berikut ini merupakan batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian:

1.4.1 Batasan Penelitian

Dalam rangka menjaga fokus penelitian agar pembahasan tidak melebar dan menyimpang, maka didefinisikan beberapa batasan dalam penelitian. Berikut ini adalah batasan penelitian yang digunakan:

1. Pengkajian ini dilakukan terhadap dampak investasi perencanaan Proyek SMART yang akan dibangun di Surabaya.
2. Pemodelan dilakukan terhadap evaluasi dampak penanaman investasi *urban transit* di Surabaya

1.4.2 Asumsi Penelitian

Selain batasan penelitian, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa asumsi dalam pengambilan dan pengolahan data. Berikut ini adalah asumsi-asumsi yang digunakan selama penelitian:

1. Model tidak mempertimbangkan kondisi bencana yang dapat mempengaruhi kondisi simulasi
2. Data yang berkaitan dengan perkembangan ekonomi diluar sektor transportasi memiliki kenaikan konstan berdasarkan peningkatan data historis.

1.5 Sistematika Penelitian

Pada subbab ini akan menjelaskan mengenai panduan penulisan tugas akhir yang berupa sistematika penelitian yang berupa bab-bab dengan penjelasannya tersendiri secara singkat. Berikut ini adalah sistematika dalam penulisan tugas akhir ini:

BAB 1 PENDAHULUAN

Menjelaskan latar belakang permasalahan yang menjadi dasar dilakukannya penelitian. Selain berisi latar belakang permasalahan, akan dijelaskan pula tujuan serta manfaat dilakukannya penelitian hingga pembahasan

penetapan batasan dan asumsi yang dilakukan penelitian dari pengumpulan data hingga pengambilan kesimpulan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan teori-teori dan metode yang digunakan yang didapat dari buku, jurnal ilmiah serta referensi lain. Menjelaskan terkait *literature review* yang digunakan sebagai landasan teori dalam melakukan penelitian dari dimulainya melakukan identifikasi dan perancangan model hingga analisis perbandingan yang digunakan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Menunjukkan proses-proses penelitian dan menjelaskannya baik dalam bentuk *flowchart* maupun penjelasan tertulis serta penjelasan inti singkat terhadap beberapa tahapan utama dari keseluruhan proses penelitian yang dilakukan.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Menunjukkan proses penelitian dan observasi yang dilakukan dalam proses pengumpulan dan pengolahan data. *Output* dari bagian ini akan menjadi bahan analisis yang digunakan pada bagian selanjutnya.

BAB 5 ANALISIS DAN PERBANDINGAN

Menguraikan dan menjelaskan terkait hasil dari pengolahan data serta melakukan analisis dan perbandingan terhadap skenario-skenario model yang telah diolah.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Menjelaskan kembali beberapa hasil utama dari penelitian secara ringkas serta pembentukan rekomendasi untuk pengambil keputusan yang berkepentingan dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian diperlukan tinjauan pustaka serta referensi-referensi sebagai penunjang dalam menyelesaikannya. Bab ini menjelaskan terkait referensi yang digunakan dalam penelitian ini dari penjelasan mengenai metode penyelesaian masalah yang digunakan hingga penelitian-penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan menggunakan metode tersebut.

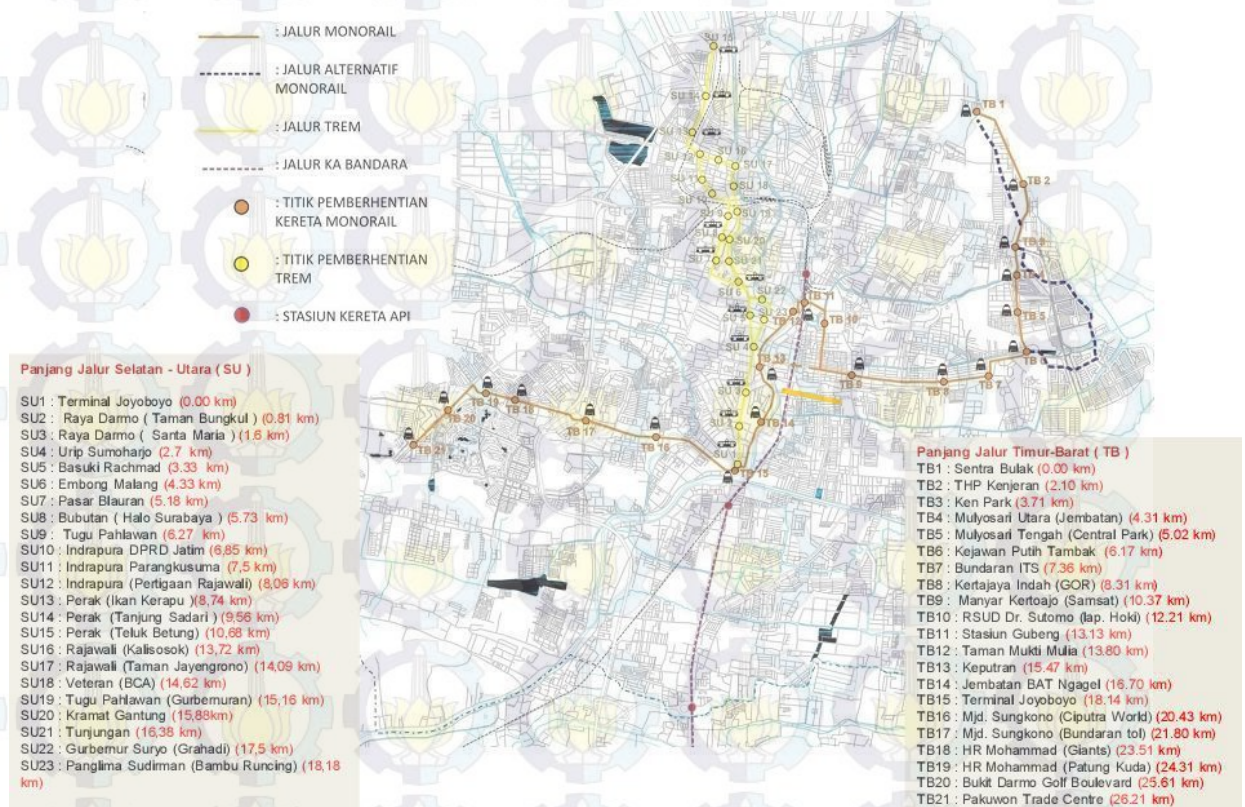
2.1 *Surabaya Mass Rapid Transit (SMART)*

SMART merupakan proyek pemerintah kota untuk mengatasi solusi kemacetan, keterbatasan lahan untuk pembangunan jalan, perjalanan penumpang yang tidak efisien dan peningkatan polusi udara sebagai akibat dari peningkatan pengguna kendaraan pribadi. SMART memiliki 2 jenis transportasi utama, yaitu *monorail* dan *tram*. *Monorail* yang akan disebut dengan nama Boyorail akan beroperasi untuk Surabaya wilayah barat hingga timur, sedangkan *tram*, yang akan disebut dengan Suratram akan beroperasi dari Surabaya utara hingga selatan dengan pusat stasiun utama berada di Joyoboyo. Kendaraan SMART merupakan pelengkap dalam pengembangan integrasi kendaraan massal yang ada di Surabaya.



Gambar 2. 1 Integrasi Urban Transit (*Pemerintah Kota Surabaya, 2013*)

Kehadiran dari Surotram dan Boyorail akan memperlengkap proses integrasi dari kendaraan-kendaraan umum yang ada di Surabaya sebagai kota yang membutuhkan mobilsasi cepat. Berikut ini merupakan peta rute stasiun-stasiun baik Surotram maupun Boyorail akan dibangun pada pembangunan Proyek SMART:



Gambar 2. 2 Lokasi Stasiun Surotram dan Boyorail (*Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2012*)

2.1.1 Surotram

Tram adalah kendaraan yang beroperasi pada rel tetap dan dirancang untuk perjalanan di jalan-jalan, berbagi jalan-ruang dengan lalu lintas dan pejalan kaki lainnya. *Tram* atau yang akan dikenal dengan Suratram akan beroperasi dengan rute utara-selatan dengan jarak 16,7 Km. Ditetapkan berdasarkan dari hasil pendekatan Dinas Perhubungan dan Badan Perencanaan Penmbangunan Kota Surabaya dengan Survei Rumah Wawancara, Survei Industri Transportasi, Studi Perencanaan Angkutan Umum, Studi Kelayakan AMC, Studi Desain, Studi Pemodelan *Demand* dan diskusi Bappeko Surabaya dengan beberapa perguruan tinggi. Penggunaan *tram* sebagai *urban transit* untuk koridor utara-selatan Surabaya dengan beberapa alasan, yaitu ada banyak jejak warisan budaya, ini tidak mengurangi kapasitas jalan karena lalu lintas campuran, terkendala karena jembatan, tahap pertama dimulai dari Joyoboyo ke

JMP yang langkah selanjutnya adalah pengembangan Tanjung Perak, Jarak maksimum antara stasiun: 0,75 km; min: 0,40 km. (Pemerintah Kota Surabaya, 2013). Berikut ini merupakan visualisasi dari Suratram:



Gambar 2. 3 Visualisasi Surabaya dilengkapi dengan Surotram yang Beroperasi (Pemerintah Kota Surabaya, 2013)



Gambar 2. 4 Desain Surotram (Pemerintah Kota Surabaya, 2013)

Beroperasi dengan rute utara-selatan, berikut ini merupakan stasiun-stasiun daerah yang akan dilalui oleh Surotram:

Tabel 2. 1 Lokasi Stasiun Durotram

Nomor	Stasiun	Nomor	Stasiun
SU-1	Terminal Joyoboyo	SU-13	Perak (Ikan Kerapu)
SU-2	Taman Bungkul	SU-14	Perak (Tanjung Sadari)
SU-3	Jl. Raya Darmo (Santa Maria)	SU-15	Perak (Tanjung Betung)
SU-4	Urip Sumoharjo	SU-16	Rajawali (Kalisosok)
SU-5	Basuki Rachmad	SU-17	Rajawali (Taman Jayengrono)
SU-6	Embong Malang	SU-18	Veteran (BCA)
SU-7	Pasar Blauran	SU-19	Tugu Pahlawan (Gubernuran)
SU-8	Bubutan (Halo Surabaya)	SU-20	Kramat Gantung
SU-9	Tugu Pahlawan	SU-21	Tunjungan
SU-10	Indrapura DPRD Jatim	SU-22	Gubernur Suryo (Grahadi)
SU-11	Indrapura Parangkusuma	SU-23	Panglima Sudirman
SU-12	Indrapura (Pertigaan Rajawali)		

Sumber: (Pemerintah Kota Surabaya, 2013)

2.1.2 Boyorail

Monorail merupakan kereta api yang berjalan pada rel tunggal. Boyorail memiliki rute operasi pada koridor barat-timur. Penggunaan *monorail* pada koridor barat-timur dilandasi oleh beberapa hal antara lain adalah mengurangi poin konflik dengan membuat persimpangan, kapasitas *monorail* lebih besar dari busway, hal ini lebih mudah dalam pembebasan lahan karena menggunakan jalur atas (*flyover*), wilayah bertema modern, mulai dari Kejawan Putih Tambak ke Lidah Kulon dan jarak maksimum antara stasiun: 1,70 km; min: 0,40 km. (Pemerintah Kota Surabaya, 2013). Berikut ini merupakan visualisasi Surabaya dengan adanya Boyorail:



Gambar 2. 5 Visualisasi Surabaya dilengkapi dengan Boyorail yang Beroperasi (*Pemerintah Kota Surabaya, 2013*)



Gambar 2. 6 Desain Boyorail (*Pemerintah Kota Surabaya, 2013*)

Beroperasi dengan rute barat-timur, berikut ini merupakan lokasi-lokasi stasiun daerah yang dilalui oleh Boyorail:

Tabel 2. 2 Lokasi Stasiun Boyorail

Nomor	Dari Stasiun	Nomor	Dari Stasiun
TB-1	Kejawen	TB-13	Ngagel
TB-2	Mulyosari	TB-14	Wonokromo
TB-3	ITS	TB-15	Joyoboyo
TB-4	GOR Kertajaya Indah	TB-16	Adityawarman
TB-5	Darmahusada Indah Timur	TB-17	Pakis
TB-6	Unair Kampus C	TB-18	Dukuh Kupang
TB-7	Darmahusada	TB-19	Bunderan Satelit
TB-8	RS Dr Sutomo	TB-20	HR Muhammad
TB-9	Stasiun Gubeng	TB-21	Simpang Darmo Permai
TB-10	Jalan Raya Gubeng	TB-22	Lontar
TB-11	Keputran	TB-23	Unesa
TB-12	Bung Tomo	TB-24	Lidah Kulon

Sumber: (Pemerintah Kota Surabaya, 2013)

2.2 Pengaruh Transportasi Terhadap Perkembangan Ekonomi

Transportasi memiliki pengaruh terhadap perkembangan ekonomi suatu daerah tersebut. Transportasi mempengaruhi ekonomi dari beberapa sisi, yaitu efisiensi ekonomi dan produktivitas, Efisiensi ekonomi mengacu pada rasio total manfaat biaya. Peningkatan efisiensi ekonomi meningkatkan produktivitas (jumlah barang yang diproduksi), yang meningkatkan pembangunan ekonomi, seperti yang digambarkan di bawah ini. Logistik adalah disiplin berkaitan dengan memaksimalkan efisiensi sistem transportasi. *Planning* konvensional cenderung menerapkan *mobility-based*. Mengasumsikan bahwa transportasi berarti perjalanan kendaraan dan mengevaluasi kinerja sistem transportasi menggunakan seperti kecepatan lalu lintas kendaraan, mil per gallon, sen per penumpang-mil dan ton-mil-per-rupiah, yang mencerminkan kecepatan dan keterjangkauan perjalanan kendaraan, dan sebagainya mendukung perbaikan transportasi mobil-berorientasi dan tergeletak pengembangan penggunaan lahan. Analisis berbasis aksesibilitas memperluas jangkauan dampak dan pilihan

dipertimbangkan dalam perencanaan transportasi. Misalnya, analisis-aksesibilitas berdasarkan mengakui bahwa penggunaan lahan gepeng dapat meningkatkan jarak antara tujuan dan karena itu biaya aksesibilitas, dan telekomunikasi dan jasa pengiriman bisa menggantikan perjalanan fisik. *Accessibility-based* memperluas jangkauan solusi yang dapat diterapkan untuk memecahkan masalah transportasi, termasuk beberapa strategi yang mengurangi jumlah perjalanan kendaraan, misalnya, dengan meningkatkan moda alternatif (berjalan, bersepeda, berbagi perjalanan, angkutan umum, dll), mendorong lebih efisien penggunaan sumber daya yang ada transportasi (seperti jalan yang lebih efisien, parkir, asuransi, dan harga bahan bakar, dan manajemen jalan yang nikmat mode lebih efisien dan perjalanan nilai yang lebih tinggi, seperti high-hunian dan kendaraan angkutan), lebih mudah diakses (lebih kompak, dicampur, terhubung, multi-modal) pengembangan penggunaan lahan, dan meningkatkan mobilitas pengganti (telekomunikasi dan jasa pengiriman). Strategi ini dapat menghasilkan penggunaan yang lebih efisien sumber daya transportasi.

2.3 Dasar Simulasi Sistem

Simulasi sistem memiliki beberapa konsep-konsep dasar dalam simulasi sistem. Berikut ini merupakan konsep-konsep dasar simulasi sistem:

2.3.1 Filsafat Manajemen

Salah satu peran manajemen adalah mengendalikan perilaku korporat (*corporate behavior*) dengan terlebih dahulu mengerti penyebabnya dan merancang kebijaksanaan (*policy design*) untuk memperbaiki perilaku yang tidak diinginkan.

2.3.2 Organisasi (*corporate*) ke Perilaku Dinamis (*Behaviour*)

Pertanyaan-pertanyaan terhadap perilaku :

- Prediksi (berapa)
- Meningkatkan pengertian terhadap gejala-gejala yang diminati (mengapa atau bagaimana)

2.3.3 Organisasi (*corporate*) ke Perilaku Dinamis (*Behaviour*)

Sifat-sifat dasar :

- Perilaku dipengaruhi oleh interaksi-interaksi antar bagian-bagian organisasi dan antara organisasi dengan lingkungan
- Interaksi-interaksi tersebut cenderung lebih penting dari pada bagian-bagian organisasi tersebut.
- Implikasi-implikasi jangka panjang boleh jadi berbeda dengan implikasi jangka pendek

Manajemen membutuhkan suatu alat untuk melengkapi intuisi dan pengalaman yang dapat memberikan cara-cara menangani interaksi-interaksi tersebut dan memperkirakan efek-efek kebijaksanaan dalam jangka panjang maupun jangka pendek.

2.3.4. Wahana untuk Mempengaruhi Organisasi

Diperlukan suatu wahana yang dapat memberikan jalan dan cara efektif dalam mempengaruhi organisasi agar kinerja (*performance*) organisasi yang diinginkan dapat tercapai.

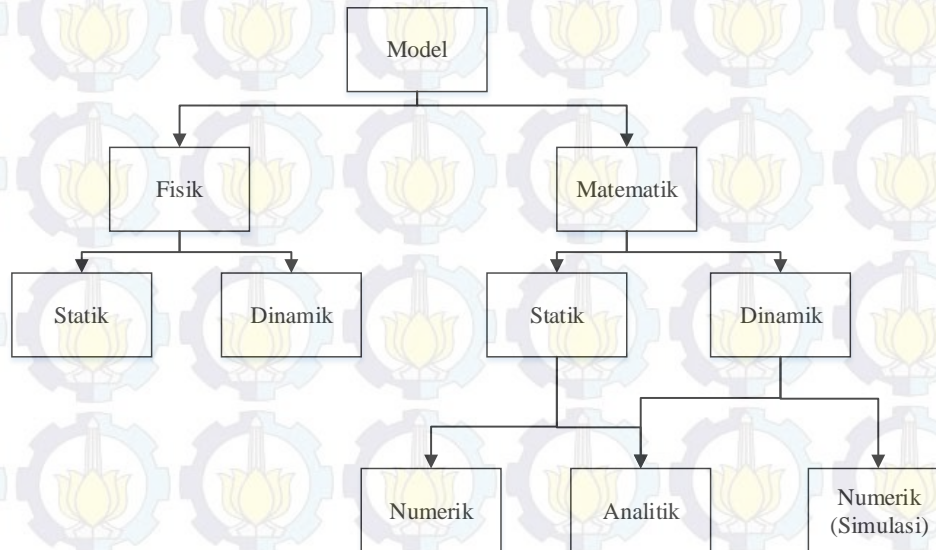
2.3.5 Simulasi

Simulasi ialah suatu metode yang digunakan untuk mempelajari dinamika sistem. Sistem ialah suatu kumpulan unit-unit (bagian, komponen, atau elemen) yang beroperasi dalam beberapa cara yang saling berhubungan. Simulasi memberikan suatu deskripsi perilaku sistem dalam perkembangannya sejalan dengan bertambahnya waktu

Definisi simulasi oleh Shannon (1975) : “*Simulation is the process of designing a model of a real system and conducting experiments with this model for the purpose either of understanding the behavior of the system or of evaluating various strategies (within the limits imposed by a criterion or set of criteria) for the operation of the system*”.

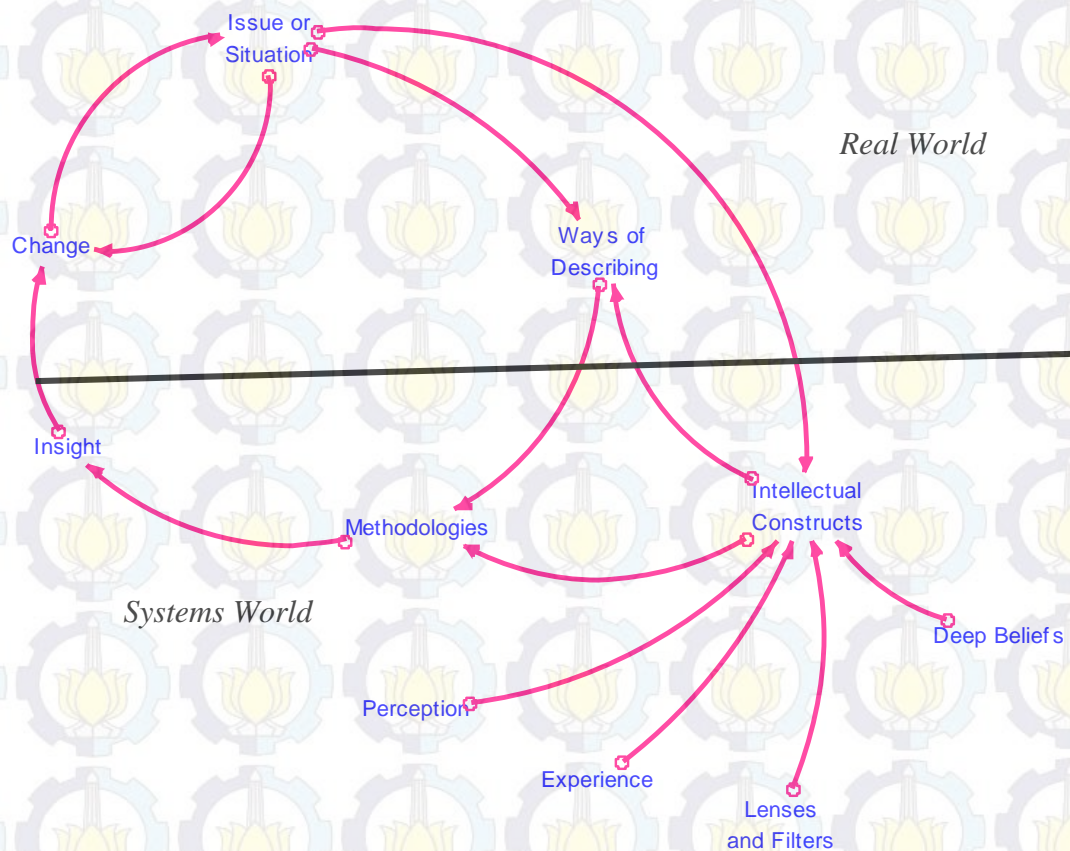
2.3.6 Simulasi dan Model

Simulasi ialah suatu upaya untuk menirukan beroperasinya suatu sistem melalui suatu model. Model adalah suatu gambaran (abstraksi) suatu sistem.



Gambar 2. 7 Penjelasan Model (*Tasrif, 2006*)

Model terbentuk dari model fisik dan model matematik. Model fisik merupakan model nyata kondisi sesungguhnya sedangkan model matematik merupakan model nyata yang telah dirubah kedalam bentuk besaran-besaran dan batasan-batasan. Masing-masing model fisik maupun model matematik merupakan model static maupun model dinamik. Model matematik statik dapat berbentuk numeric maupun analitik sedangkan model matematik dinamik dapat berbentuk analitik maupun numeric (simulasi). Berikut ini merupakan *overview* dari *System Thinking* dalam pembuatan model.



Gambar 2. 8 Overview of System Thinking (Tasrif, 2006)

System thinking terdiri dari dua bagian yaitu kondisi nyata dan dunia sistemik yang mana *intellectual construct* memiliki peran penting dalam berfikir secara sistemik. Pole berfikir sistemik harus mempertimbangkan kondisi sistem terhadap dunia nyata seperti digambarkan pada *overview* pada Gambar 2.8. Variabel dari *real world* adalah isu, perubahan dan cara/metode deskripsi. Sedangkan variabel dalam *system world* adalah *insight*, metodologi, persepsi, pengalaman, keyakinan dan *intellectual construct*.

2.3.7 Model Simulasi dalam Lingkup Manajemen

Model simulasi yang diperlukan ialah suatu model yang dapat memberikan pemahaman (*understanding*) tentang sebab terjadinya persoalan manajemen (fenomena manajemen yang tidak dikehendaki), dan melalui pemahaman ini dapat dirancang suatu kebijaksanaan untuk memperbaiki

persoalan tersebut (*policy directions*). Metodologi pemodelan seperti *mathematical programming, cost benefit analysis, forecasting, econometrics, differential calculus* atau *system dynamics*.

2.3.8 Metodologi System Dynamics

Metodologi Sistem Dinamik telah dan sedang berkembang sejak diperkenalkan pertama kali oleh Jay W. Forrester kurang lebih 35 tahun yang lalu dan berpusat di MIT Amerika. Sesuai dengan namanya, metode ini erat berhubungan dengan pertanyaan-pertanyaan tentang tendensi-tendensi dinamika sistem-sistem yang kompleks, yaitu pola-pola tingkah laku yang dibangkitkan oleh sistem itu dengan bertambahnya waktu.

Penggunaan metodologi ini lebih ditekankan kepada tujuan-tujuan peningkatan pengertian kita tentang bagaimana tingkah laku sistem muncul dari struktur kebijaksanaan dalam sistem itu. Pengertian ini sangat penting dalam perancangan kebijaksanaan yang efektif. Persoalan yang dapat dengan tepat dimodelkan menggunakan metodologi sistem dinamik adalah masalah yang mempunyai sifat yang dinamis (berubah terhadap waktu) dan struktur fenomenanya mengandung paling sedikit satu struktur umpan-balik (*feedback structure*).

Dalam metodologi sistem dinamik yang dimodelkan adalah struktur informasi sistem yang di dalamnya terdapat aktor-aktor, sumber-sumber informasi, dan jaringan aliran informasi yang menghubungkan keduanya.



Gambar 2. 9 Struktur Informasi Sistem (Wirjodirdjo, 2010)

Analogi fisik dan matematik untuk struktur informasi itu dapat dibuat dengan mudah. Sebagai suatu analogi fisik, sumber informasi merupakan suatu tempat penyimpanan (*storage*), sedangkan keputusan merupakan aliran yang masuk ke atau keluar dari tempat penyimpanan itu. Dalam analogi matematik, sumber informasi dinyatakan sebagai variabel keadaan (*state variabel*), sedangkan keputusan merupakan turunan (*derivative*) variabel keadaan tersebut.

2.3.9 Hubungan Kausal (Sebab-Akibat)

Suatu struktur umpan-balik harus dibentuk karena adanya hubungan kausal (sebab-akibat). Dengan perkataan lain, suatu struktur umpan-balik adalah suatu *causal loop* (lingkar sebab-akibat). Struktur umpan-balik ini merupakan blok pembentuk model yang diungkapkan melalui lingkaran-lingkaran tertutup. Lingkar umpan-balik (*feedback loop*) tersebut menyatakan hubungan sebab-akibat variabel-variabel yang melingkar, bukan menyatakan hubungan karena adanya korelasi-korelasi statistik.

Hubungan sebab-akibat antar sebarang variabel harus dipandang bila hubungan variabel tersebut dengan variabel lainnya di dalam sistem dianggap tidak ada. Sedangkan suatu korelasi statistik antara sepasang variabel diturunkan

dari data yang ada dalam keadaan variabel tersebut mempunyai hubungan dengan variabel lainnya di dalam sistem dan kesemuanya berubah secara simultan.

Ada 2 macam hubungan kausal, yaitu :

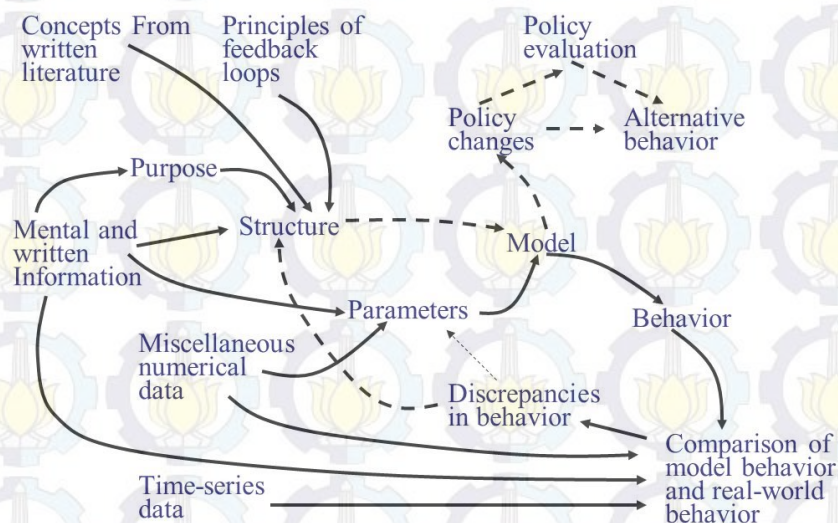
- (1) hubungan kausal positif ; dan
- (2) hubungan kausal negatif.

Ada 2 macam lingkaran umpan-balik, yaitu :

- (1) lingkaran umpan-balik positif (*growth*); dan
- (2) lingkaran umpan-balik negatif (*goal seeking*).

2.3.10 Perancangan Suatu Model *System Dynamics*

Berikut ini merupakan hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan model dalam melakukan simulasi.



Gambar 2. 10 Perancangan Model *System Dynamics* (Wirjodirdjo, 2010)

Dalam perancangan model, hal utama yang perlu ditetapkan merupakan parameter-parameter yang akan digunakan dalam *modelling*. Selain parameter, diperlukan pula struktur model yang mana struktur model dapat diketahui melalui konsep-konsep berdasarkan tinjauan pustaka, prinsip-prinsip *feedback*

loops dan tujuan permodelan. Model-model yang telah dibentuk akan memiliki perilaku terhadap sistem. Pengaruh tersebut yang kemudian dapat dilakukan analisis terhadapnya.

2.3.11 Langkah-langkah Pemodelan dengan Metode *System Dynamics*

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan pemodelan dengan menggunakan Metode *System Dynamics*.

1. Identifikasi perilaku persoalan (*problem behavior*)

Berikut ini merupakan identifikasi *problem behavior* yang dilakukan dalam melakukan pemodelan dengan menggunakan Metode *System Dynamics*.

Pola Referensi

Dalam langkah ini diidentifikasi pola historis atau pola hipotesis yang menggambarkan perilaku persoalan (*problem behavior*). Pola historis atau pola hipotesis ini merupakan pola referensi yang diwakili oleh pola perilaku suatu kumpulan variabel-variabel yang mencakup beberapa aspek yang berhubungan dengan perilaku persoalan. Pola-pola tersebut diintegrasikan ke dalam suatu susunan (fabrikasi) sedemikian rupa sehingga dapat merepresentasikan tendensi-tendensi internal yang ada di dalam sistem. Penggambaran pola referensi tersebut sebagai tendensi internal sistem adalah sangat penting, karena tendensi itu ditimbulkan oleh suatu kumpulan struktur umpan-balik yang terbentuk di dalam sistem dan mempunyai implikasi-implikasi terpenting untuk analisis kebijaksanaan.

Hipotesis Dinamik

Setelah pola referensi dapat didefinisikan, suatu hipotesis awal tentang interaksi-interaksi perilaku yang mendasari pola referensi perlu diajukan. Pada langkah ini, hipotesis dinamik yang diajukan mungkin belum tepat sekali. Beberapa iterasi dari formulasi, perbandingan dengan bukti-bukti empiris, dan reformulasi akan ditempuh untuk sampai kepada suatu hipotesis yang logis dan sah secara empiris.

Batas Model

Dalam langkah ini batas model akan didefinisikan terlebih dahulu dengan jelas sebelum suatu model dibentuk. Batas model ini memisahkan proses-proses yang menyebabkan adanya tendensi internal yang diungkapkan dalam pola referensi dari proses-proses yang merepresentasikan pengaruh-pengaruh eksogenus. Batas model ini akan menggambarkan cakupan analisis dan akan berdasarkan kepada isu-isu yang ditujukan oleh analisis tersebut dan akan meliputi semua interaksi sebab-akibat yang berhubungan dengan isu itu.

2. Membentuk suatu model komputer

Berikut ini merupakan pembentukan suatu model dengan menggunakan computer dalam Metode *Systems Dynamics*.

Struktur Umpan-balik Model

Setelah batas model dapat didefinisikan, suatu struktur lingkaran-lingkaran umpan-balik (*feedback loops*) yang berinteraksi akan dibentuk. Struktur umpan-balik ini merupakan blok pembentuk model yang diungkapkan melalui lingkaran-lingkaran tertutup. Lingkaran umpan-balik tersebut menyatakan hubungan sebab-akibat variabel-variabel yang melingkar, bukan menyatakan hubungan karena adanya korelasi-korelasi statistik. Hubungan sebab-akibat antar sepasang variabel harus dipandang bila hubungan variabel tersebut dengan variabel lainnya di dalam sistem dianggap tidak ada. Sedangkan suatu korelasi statistik antara sepasang variabel diturunkan dari data yang ada dalam keadaan variabel tersebut berhubungan dengan variabel lainnya di dalam sistem dan kesemuanya berubah secara simultan. Ada dua macam lingkaran umpan-balik yang mungkin terdapat dalam suatu model, yaitu lingkaran umpan-balik positif dan lingkaran umpan-balik negatif. Lingkaran umpan-balik positif akan menghasilkan pola pertumbuhan eksponensial atau peluruhan (*decay*), sedangkan lingkaran umpan-balik negatif akan menghasilkan pola-pola pencapaian tujuan (*goal seeking*). Gabungan lingkaran yang sejenis ataupun kombinasinya akan menghasilkan bermacam pola perilaku

Level dan Rate

Dalam merepresentasikan aktivitas dalam suatu lingkaran umpan-balik, digunakan dua jenis variabel yang disebut sebagai *level* dan *rate*. *Level* menyatakan kondisi sistem pada setiap saat. Dalam rekayasa (*engineering*) *level* sistem. *Level* merupakan hasil akumulasi di dalam sistem, sedangkan *rate* menyatakan aktivitas sistem. Persamaan suatu struktur kebijakan yang menjelaskan mengapa dan bagaimana suatu keputusan dibuat berdasarkan kepada informasi yang tersedia di dalam sistem. *Rate* inilah satu-satunya variabel dalam model yang dapat mempengaruhi *level*.

3. Pengujian Model dan Analisis Kebijakan

Setelah model eksplisit suatu persoalan telah dapat diformulasikan; pada langkah ini suatu kumpulan pengujian dilakukan terhadap model untuk menegakkan keyakinan terhadap kesahihan model dan sekaligus pula mendapatkan pemahaman terhadap tendensi-tendensi internal sistem. Hal ini diperlukan dalam upaya untuk membandingkannya dengan pola referensi dan secara terus-menerus memodifikasi dan memperbaiki struktur model. Sensitivitas model terhadap perubahan nilai parameter-parameter perlu dilakukan pula dalam langkah ini.

Bila suatu korespondensi antara model mental sistem, model eksplisitnya, dan pengetahuan empirik tentang sistem telah diperoleh; model yang dibuat dapat diterima sebagai suatu representasi persoalan yang sah dan dapat digunakan untuk analisis kebijakan.

2.4 Critical Thinking Skills dalam Metodologi System Dynamics

Dalam metodologi ini memerlukan teknik-teknik berpikir yang dapat digunakan dalam pembentukan model sistem dinamik. Beberapa teknik berpikir yang digunakan adalah sebagaimana yang akan dijelaskan berikut ini. Teknik berpikir kritis tersebut merupakan:

2.4.1 *Dynamic Thinking*

Mampu melihat dan menyimpulkan pola perilaku lebih dari hanya memfokuskan pada prediksi dan kejadian (*events*). Fenomena dipikirkan sebagai suatu yang dimunculkan oleh proses melingkar yang terus berlanjut dengan berjalannya waktu. Fenomena tidak dipikirkan hanya sebagai suatu yang dimunculkan oleh sejumlah faktor.

2.4.2 *Closed-loop Thinking*

Dunia nyata dilihat sebagai suatu kumpulan proses yang saling bergantung dan terus berlanjut dengan berjalannya waktu. Dunia nyata tidak dilihat sebagai suatu yang disebabkan oleh hubungan satu arah dari sekumpulan faktor.

2.4.3 *Generic Thinking*

Perilaku-perilaku fenomena yang mirip secara kualitatif, walaupun berasal dari sistem-sistem yang berbeda, mempunyai struktur yang generik. Sebagai contoh, perilaku *S-curve* (*sigmoid*) dapat terjadi di sistem-sistem social, ekonomi, bisnis dan biologi. Struktur *S-curve* terdiri atas sebuah *positive feedback* yang bergandengan dengan *negative feedback*. Dalam perjalanannya terjadi pergeseran pengaruh dari perilaku *positive feedback* ke perilaku *negative feedback*.

2.4.4 *Structural Thinking*

Besaran-besaran (*variabels*) harus dinyatakan beserta dengan dimensi yang dimilikinya. Implikasi dapat berupa adanya dtruktur stok dan aliran dalam kehidupan nyata harus dapat merepresentasikan dalam model dan aliran-aliran yang berbeda secara konseptual didalam model harus dibedakan.

2.4.5 *Operational Thinking*

Suatu fenomena dipikirkan dalam suatu kerangka bagaimana sesuatu itu betul-betul bekerja / beroperasi, tidak dipikirkan bagaimana secara teoritis.

2.4.6 *Continuum Thinking*

Besaran-besaran fenomena sosio-teknologi-ekonomi-lingkungan pada umumnya berubah secara kontinyu bukan secara *discrete*. Sebagai contoh, bila stok suatu barang terus berkurang menuju nol, tingkat konsumsi barang tersebut tidak langsung menjadi nol. Akan tetapi, konsumsinya secara bertahap berkurang menuju nol (karena harganya semakin meningkat setiap kalinya).

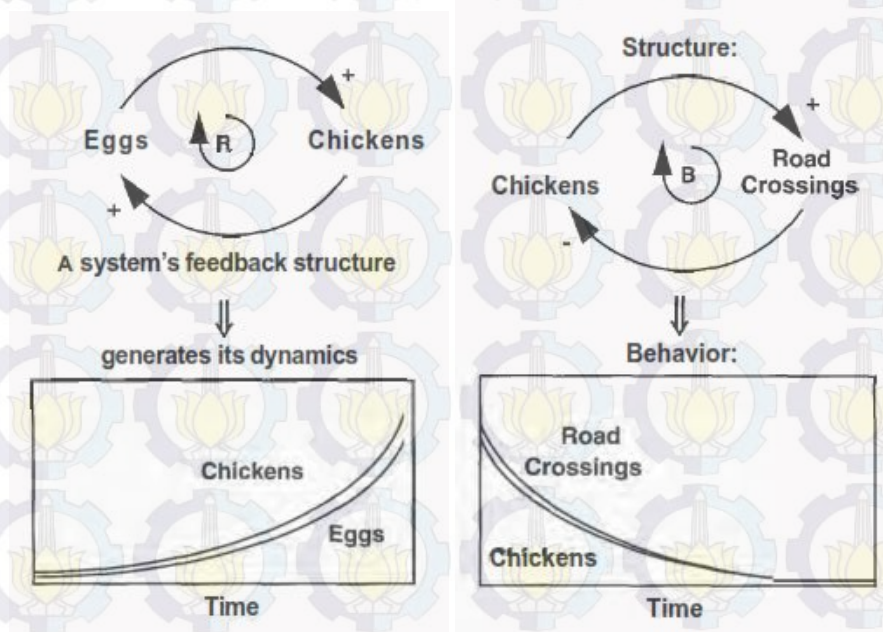
2.4.7 *Scientific Thinking*

Melihat suatu besaran tidak hanya menyangkut masalah-masalah pengukuran numerik absolutnya, tetapi juga menyangkut masalah-masalah kuantifikasinya. Dalam banyak hal, berhadapan dengan besaran-besaran yang tidak dapat diukur dengan teliti (kepuasan, keinginan untuk berpartisipasi dan ketidaksetujuan).

2.5 *System Dynamic Modelling (SDM)*

Simulasi merupakan sebuah metode yang digunakan dalam untuk mempelajari suatu dinamika sistem. Simulasi memberikan suatu penjelasan atau deskripsi perilaku sistem dalam perkembangannya sejalan dengan terus bertambahnya waktu. Sedangkan sistem merupakan suatu kumpulan unit-unit, bagian, komponen, atau elemen yang beroperasi dalam beberapa cara yang saling berhubungan. Simulasi adalah proses merancang model sistem nyata dan melakukan eksperimen dengan model ini untuk tujuan baik dari understanding perilaku sistem atau mengevaluasi berbagai strategi (dalam batas-batas yang dikenakan oleh kriteria atau mengatur kriteria) untuk operasi sistem. (Shannon, 1975). Berdasarkan temuan bahwa sistem sosial-ekonomi sering berperilaku berlawanan dengan intuisi, yang berarti bahwa langkah-langkah yang memiliki

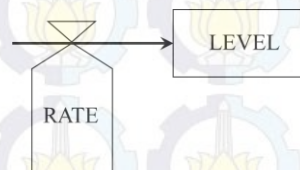
pengaruh positif dalam jangka pendek memiliki hasil negatif dalam jangka panjang, Forrester (1968,1972) menyimpulkan bahwa sistem tersebut terdiri dari beberapa berinteraksi *loop* umpan balik. Dua jenis *loop* umpan balik dapat dibedakan: positif *feedback loop* menunjukkan perkembangan dari waktu ke waktu, yang pada akhirnya menjadikan sistem tidak stabil dan negatif *feedback loop* sebagai peredam perkembangan dari waktu ke waktu dan sebagai stabilisator sistem.



Gambar 2. 11 Feedback Loops Positif dan Negatif (Sterman, 2000)

Untuk model *feedback loop* Forrester mengembangkan tiga jenis elemen struktur: variabel tingkat (*levels*), variabel aliran (*rates*) dan variabel *auxiliary*. *Levels* mewakili elemen yang paling penting dari sebuah sistem. Mereka menggambarkan negara dari sistem dan perilaku sistem dapat diturunkan dari perkembangan mereka. Nilai-nilai *levels* berubah selama simulasi sesuai *rates* yang terkait. *Rates* dapat arus masuk ke *levels* dengan cara yang nilai-nilai *levels* yang ditambahkan ke nilai-nilai *levels* dalam setiap langkah waktu. Atau *rates* dapat arus keluar dari *levels*. Tiga jenis variabel *auxiliary* dibedakan: parameter,

faktor eksogen dan variabel menengah. Parameter selalu konstan selama periode simulasi. Faktor eksogen merupakan variabel yang memiliki pengaruh pada sistem tetapi mereka tidak dipengaruhi oleh sistem. Variabel perantara dihitung oleh variabel lain dari sistem pada titik waktu yang sama. Unsur-unsur yang berbeda yang disusun oleh skema khusus untuk set persamaan perbedaan yang menggambarkan hubungan timbal balik dalam model dinamika sistem.



Gambar 2. 12 Rates dan *Level* (Wirjodirdjo, 2010)

Langkah pertama mengembangkan model sistem dinamik adalah mendefinisikan batas-batas sistem, variabel sistem dan relevansi hubungan di antaranya. Langkah kedua adalah yang paling penting: mekanisme *feedback* utama harus diekstrak dan dirancang. Perilaku sistem yang utama ditentukan oleh mekanisme *feedback* ini. Karena kemustahilan untuk membuktikan solusi analitik untuk sistem sosial yang kompleks dalam kebanyakan kasus itu adalah satu-satunya solusi untuk memecahkan masalah dengan simulasi komputer (Sterman 2000). Hasil dihasilkan dalam simulasi komputer ini yang menghitung sistem langkah-demi-langkah selama periode simulasi berdasarkan hubungan timbal balik antara variabel, mekanisme *feedback* dan aturan keputusan. Horizon waktu dalam jangka panjang menyebabkan masalah ketidakpastian. Mungkin ada perubahan pada perilaku atau di sisi teknis. Misalnya populasi mungkin mengubah kebiasaan mereka menjadi cara yang ramah lingkungan atau tidak. Produsen mobil mungkin membangun mobil dengan emisi karbon dioksida kurang dan kurang konsumsi bahan bakar. Atau, mungkin, mobil dengan konsumsi bahan bakar kecil akan mewakili hanya sebagian kecil dari total produksi mobil.

2.6 Verifikasi dan Validasi

Verifikasi adalah sebuah proses untuk meyakinkan bahwa program komputer yang dibuat beserta penerapannya adalah representasi dari system kondisi nyata. Dalam pengertian lain, pembuktian bahwa model komputer yang telah disusun pada tahap sebelumnya mamapu melakukan simulasi dari model abstrak yang dikaji (Eriyatno, 1998). Cara yang dilakukan adalah menguji sejauh mana program komputer yang dibuat telah menunjukkan perilaku dan respon yang sesuai dengan tujuan dari model. Validasi adalah proses penentuan apakah model, sebagai konseptualisasi atau abstraksi, merupakan representasi berarti dan akurat dari sistem nyata (Hoover dan Perry, 1989). Validasi adalah penentuan apakah mode simulasi (sebagai tandingan program komputer) adalah representasi akurat dari sistem nyata yang sedang dimodelkan. Validasi dalam pengertian yang lain adalah substansi bahwa model yang dikomputerisasikan dalam lingkup aplikasinya memiliki kisaran akurasi yang memuaskan dan konsisten dengan maksud dari penerapan komputer.

Ada banyak metode validasi yang dapat digunakan dalam permodelan sistem dinamik. Beberapa diantaranya adalah validasi model dengan uji struktur model, uji kevukupan batasan, uji parameter model, uji kondisi ekstrim dan statistik uji perbandingan rata-rata (*Man comparison*) serta validasi model dengan uji perbandingan variasi amplitudo (*% error variance*) (Barlas, 1994).

Berikut ini merupakan penjelasan metode tersebut:

Uji Perbandingan Rata-rata (*mean comparison*)

$$E_1 = \frac{|S-A|}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

S = Nilai rata-rata hasil simulasi

A = Nilai rata-rata data

Model dianggap valid apabila memiliki nilai $E_1 \leq 5\%$

2.7 Penelitian Terdahulu

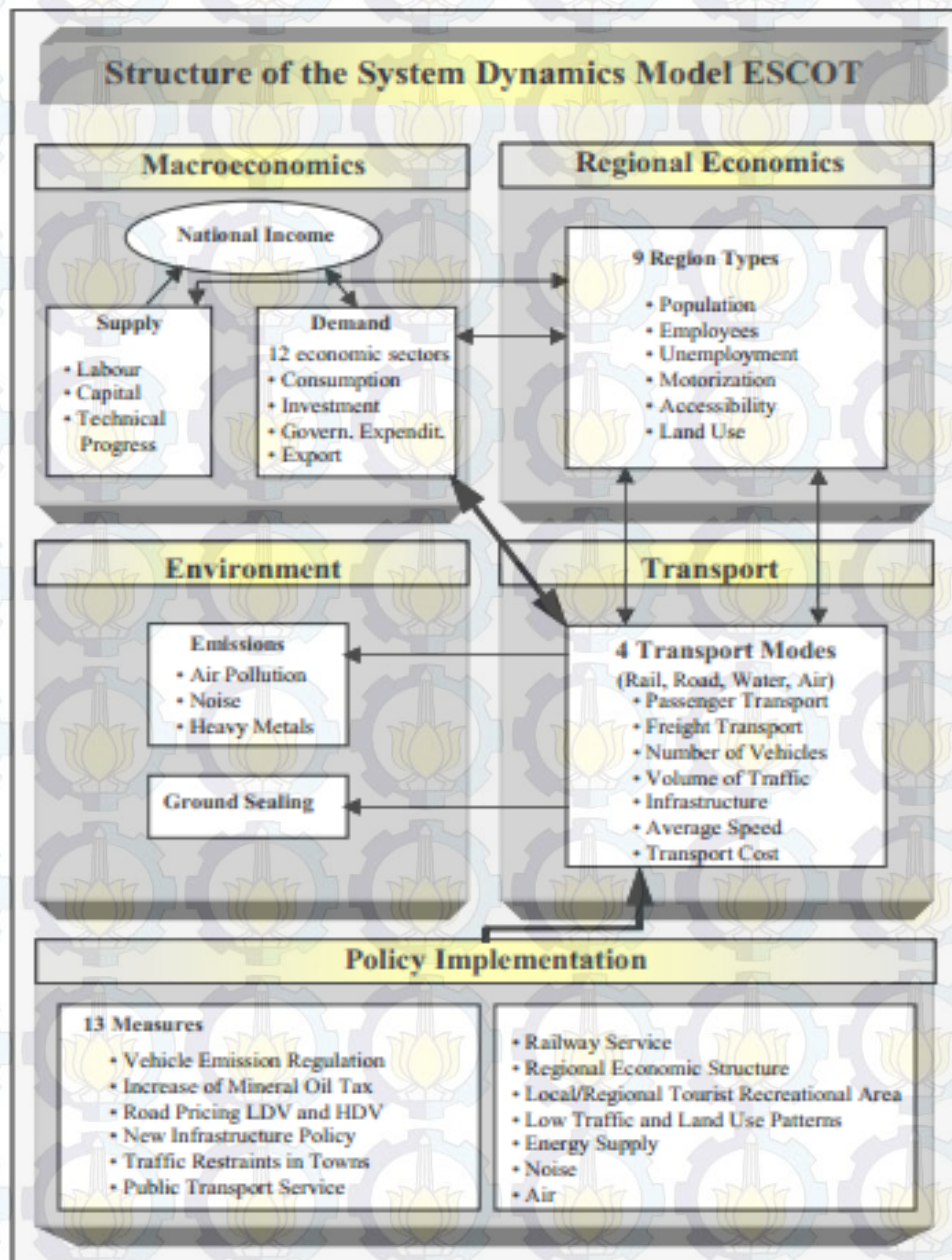
Proyek pengadaan kendaraan *urban transit* sudah sangat populer dan banyak dibangun diluar negeri, teruma negara-negara maju. Oleh karena itu banyak negara telah melakukan penelitian terkait kajian dampak ekonomi terhadap investasi pemerintah terhadap *urban transport*. Berikut ini merupakan beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukakn untuk mengkaji dampak ekonomi yang ditimbulkan oleh adanya investasi *urban transportation*,

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

Penulis	Tahun	Judul	Objek
Burkhard Schade & Werner Rothengatter	2004	<i>The Economic Impact of Environmentally Sustainable Transport in Germany</i>	<i>Urban Transportation</i>
Glen Weisbrod	2009	<i>Economic Impact Of Public Transportation Investment</i>	<i>Transit Cooperative Research Program</i>

Struktur Escot didasarkan pada lima model yang berbeda yang mewakili empat dari subsistem yang paling penting menggambarkan daerah dampak dan lingkup kebijakan. *Macroeconomics model*, *regional economic model*, *transport model*, *environmental model* dan *policy model*. *Macroeconomics model* menyediakan informasi pada tingkat ekonomi agregat (misalnya pendapatan nasional). *Regional economic model* dipilah menjadi 32 sektor ekonomi yang berbeda. Selanjutnya, 9 jenis fungsional daerah didefinisikan (misalnya daerah pedesaan atau daerah yang sangat diaglomerasi). *Transport model* membedakan antara berbagai mode transportasi (jalan, kereta api, air, udara) dan berbagai

jenis link infrastruktur (link misalnya berkecepatan tinggi antara aglomerasi). Model transportasi juga dipilah menjadi 32 sektor ekonomi seperti *regional economic model*. *Environment model* menghitung data emisi kegiatan transportasi dan memperkirakan efek putaran pertamanya. *Policy model* menggerakkan skenario yang mempengaruhi sistem model lain.



Gambar 2. 13 Struktur Sistem Dinamik Model ESCOT (Schade & Rothengatter, 2004)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan mengenai tahap-tahap dalam penelitian tugas akhir atau susunan proses yang akan dilakukan oleh peneliti. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini akan ditampilkan dengan rinci pada gambar 3.1 mengenai *flowchart* metodologi penelitian. Berikut ini merupakan tahapan-tahapan dalam melakukan penelitian ini.

3.1 Tahap Pendahuluan

Tahap ini merupakan tahap inisiasi dari penelitian diaman berisikan mengenai identifikasi masalah, perumusan tujuan hingga manfaat dari dilakukannya penelitian mengenai pengkajian dampak ekonomi dari pembangunan Proyek SMART Surabaya. Berikut ini merupakan tlangkah-langkah yang dilakukan pada tahapan pendahuluan.

3.1.1 Identifikasi Permasalahan, Tujuan dan Manfaat Penelitian

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui penyebab utama dilakukannya penelitian. Disamping itu, identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui segala hal yang melatar belakangi penelitian. Setelah masalah teridentifikasi, berikutnya dilakukan perumusan tujuan dan manfaat dari dilakukannya penelitian yang pada umumnya tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeyahui dampak ekonomi dari dijalankannya Proyek SMART.

3.1.2 Studi Pustaka dan Studi Lapangan

Dalam menjalankan penelitian diperlukan studi kepustakaan dan studi lapangan sebagai tinjauan dan referensi terhadap teori-teori dan metode yang dilakukan pada penelitian. Studi kepustakaan dapat dilakukan dengan mengumpulkan sumber-sumber informasi dari berbagai sumber pustaka seperti *textbook*, jurnal *online*, ataupun *literature* lainnya yang membahas metode penyelesaian masalah yang akan digunakan. Studi lapangan dilakukan untuk

mengetahui kondisi lapangan yang sedang terjadi baik dari tempat penelitian maupun sumber referensi berupa wawancara.

3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap ini merupakan tahapan yang berisikan mengenai identifikasi variabel-variabel yang akan digunakan pada sistem, pengumpulan data hingga pengolahan data. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini.

3.2.1 Identifikasi Variabel

Langkah ini merupakan langkah pengidentifikasian terhadap variabel-variabel yang diperkirakan memiliki pengaruh terhadap sistem yang dibuat. Identifikasi ini dapat dilakukan dengan melakukan *brainstorming*, wawancara dengan pihak terkait ataupun *expert* serta berdasarkan penelitian-penelitian terkait.

3.2.2 Pengumpulan Data

Langkah ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data baik data hasil *brainstorming*, hasil studi literatur maupun berdasarkan penelitian terkait. Data-data yang perlu untuk dikumpulkan dalam penelitian ini memiliki hubungan terkait variabel-variabel yang akan ditetap pada bab selanjutnya. .

3.2.3 Pengolahan Data

Data-data yang telah dikumpulkan kemudian diolah sebagai input data kedalam proses simulasi sistem dinamik dilakukan pada langkah ini.

3.3 Tahap Permodelan Sistem (*existing* dan SMART)

Tahap permodelan sistem dimulai dengan melakukan formulasi sistem. Dimulai dari penetapan variabel yang akan digunakan, *flow* dan *rates* yang akan dimasukkan. Setelah model telah terbentuk, kemudian dilakukan uji verifikasi dan validasi terhadap model tersebut. Model yang telah terverifikasi dan tervalidasi dapat dilanjutkan pada langkah perhitungan dan proses simulasi.

3.3.1 Formulasi Model Konseptual dan Simulasi

Pembentukan model merupakan hal yang utama dalam pendekatan riset operasi karena solusi dari pendekatan ini tergantung pada ketepatan model yang dibuat. Langkah ini merupakan formulasi atau pembentukan dari model simulasi yang akan dibuat. Model yang dibentuk berupa *causal loop diagram* dimana diagram ini mempertimbangkan *feedback loops*. Formulasi model dibuat baik untuk kondisi *existing* apabila tidak dilakukannya penerapan Proyek SMART dan model apabila dilakukan penerapan Proyek SMART.

3.3.2 Simulasi Sistem

Langkah selanjutnya dari permodelan sistem adalah melakukan proses simulasi. Model yang telah terverifikasi dan tervalidasi merupakan model yang sudah merepresentasikan dari kondisi nyata sehingga dapat dilakukan simulasi terhadap model tersebut sebagai *forecast* terhadap dampak-dampak ekonomi yang akan terjadi apabila penerapan Proyek SMART dilakukan dilihat dari sisi makroekonomi.

3.3.3 Verifikasi dan Validasi

Model simulasi dilakukan harus memiliki model yang kredibel. Reprerentasi kredibel sistem nyata oleh model simulasi dapat dibuktikan dari verifikasi dan validasi model. Verifikasi merupakan proses pemeriksaan apakah logika operasional model sesuai dengan logika diagram alur. Verifikasi memeriksa penerjeahan model simulasi dari model konseptual kedalam model simulasi. Sedangkan validasi merupakan proses penentuan model merupakan representasi akurat dari sistem nyata. Langkah penting mengenai verifikasi dan validasi model dilakukan pada langkah ini.

Validasi dilakukan dengan melakukan lima metode uji validitas model, yaitu Uji struktur model, uji kecukupan batasan, uji parameter model, Uji *Mean Comparison* dan Uji Kondisi Ekstrim. Cara melakukan uji validitas dilakukan dengan formulasi berikut ini:

1. Uji Perbandingan Rata-rata (*mean comparison*)

$$E_1 = \frac{|S-A|}{A} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana:

S = Nilai rata-rata hasil simulasi

A = Nilai rata-rata data

Model dianggap valid apabila memiliki nilai $E_1 \leq 5\%$

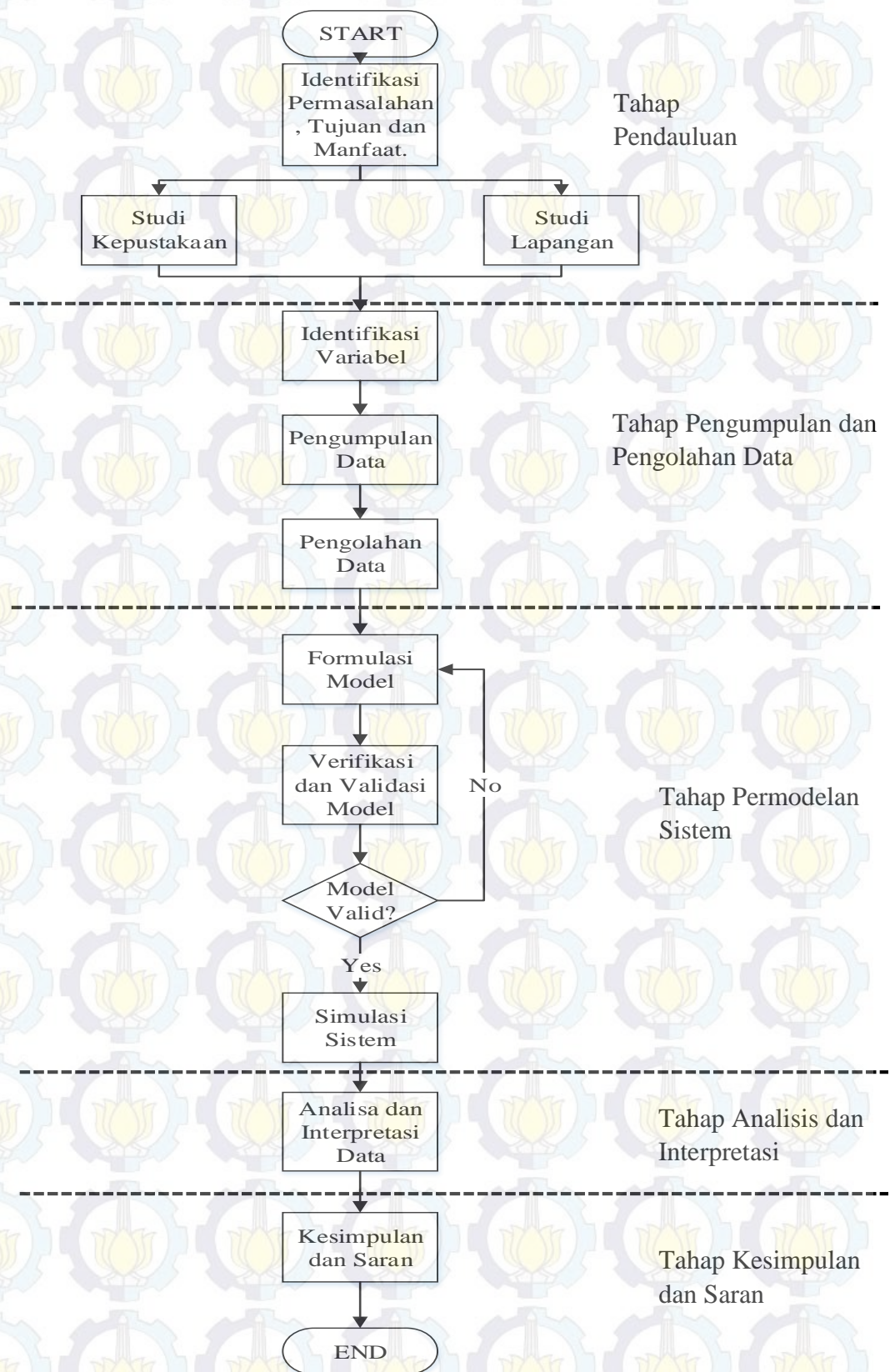
3.4 Tahap Analisis dan Interpretasi

Tahapan yang dilakukan setelah dilakukannya proses simulasi merupakan tahap analisis dan interpretasi data. Pada tahapan ini dilakukan analisis dan interpretasi data berdasarkan hasil yang didapatkan dari hasil *running* simulasi. Analisis dilakukan untuk mengetahui evaluasi terhadap proyek SMART.

Analisis yang dilakukan adalah analisis model skenario kebijakan *existing* dimana belum diterapkannya Proyek SMART, analisis skenario kebijakan baru dimana Proyek SMART diterapkan di Surabaya dengan menggunakan Surotram dan Boyorail dan yang terakhir merupakan analisis perbandingan kedua skenario tersebut untuk merumuskan evaluasi dan penilaian terhadap kelayakan penerapan Proyek SMART di Kota Surabaya.

3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir yang merupakan rangkuman dari kesimpulan-kesimpulan dari hasil penelitian dari identifikasi permasalahan hingga analisis dan interpretasi untuk menjawab tujuan-tujuan dilakukannya penelitian ini. Disamping dilakukannya pembuatan kesimpulan, pembuatan saran juga dilakukan pada tahap ini sebagai perbaikan untuk Proyek SMART.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

PERANCANGAN MODEL SIMULASI

Perancangan model simulasi berawal dari dilakukannya identifikasi system amatan yang kemudian dibentuk model konseptual yang merepresentasi sistem amatan. Model konseptual yang terbentuk kemudian digunakan sebagai bahan dasar dalam penyusunan model simulasi sistem dinamik. Berikut ini merupakan langkah dalam perancangan model simulasi.

4.1 Identifikasi Sistem Amatan

Identifikasi sistem amatan akan terdiri dari dua bagian utama, yaitu penjelasan mengenai adanya investasi Surotrem dan Boyorail serta penampilan data historis PDRB Kota Surabaya.

4.1.1 Surotrem & Boyorail

SMART yang terdiri dari paket Surotrem dan Boyorail merupakan proyek yang sangat menarik. Disebabkan tingginya tingkat kemacetan yang ada di Surabaya, kemudian pemerintah memberikan solusi dengan melakukan investasi *urban transit*. Dengan statusnya sebagai kota terbesar kedua di Indonesia, Surabaya tertinggal dari segi transportasi. Dibandingkan dengan Solo yang sudah menjalankan Solo Batik Trans atau Yogyakarta dengan Transyogya, Surabaya masih belum memiliki transportasi yang tergolong sebagai *urbantransit*. Kebutuhan ini pula yang memicu untuk melakukan investasi *urban transit* yang berbentuk Surotrem dan Boyorail.

Dalam perncanaanya, dirancang spesifikasi terkait Surotrem dan Boyorail. Berikut merupakan perencanaan terkait SUrotrem dan Boyorail.

Tabel 4. 1 Perncanaan dari Surotrem dan Boyorail

Variabel	Monorail	Tram
Panjang Koridor	23 KM	16.7 Km

Tabel 4. 2 Perencanaan dari Surotrem dan Boyorail (Lanjutan.)

Variabel	Monorail	Tram
Lokasi Depo	Kenjeran & Joyoboyo	Joyoboyo
Jarak anatr Halte	500 - 2000 m	500 - 1000 m
Demand/Tahun	43717742	27936900
Investasi	8.5058E+12	1.26022E+12
Kapasitas	400	200
Total Sirkuit	4 Gerbong	2 Carriage
Economical Fare	40000	10000
headway	10 menit	10 menit
WTP	6000-10000	6000-10000
Subsidi	30000	4000
Armada	18 unit (4 gerbong)	21 unit (5 gerbong)

Sumber: (Pemerintah Kota Surabaya, 2013)

Pada analisa dampak penanaman investasi dalam proyek pembangunan SMART, dampak dibedakan menjadi *short-term effect* dan *long-term effect*. *Short-term effect* merupakan dampak jangka dekat yang berada dalam jangka waktu pembangunan hingga proyek terselesaikan. Sedangkan *long-term effect* merupakan dampak jangka panjang.

4.1.2 PDRB Surabaya

Pada perhitungan PDRB ada 3 jenis metode perhitungan dan salah satunya adalah dengan pendekatan produksi. Pada perhitungan PDRB Surabaya pendekatan produksi digunakan sebagai metode perhitungannya. Perhitungan PDRB dengan menggunakan pendekatan produksi berdasarkan jumlah keseluruhan nilai akhir dari produksi barang-barang dan jasa yang dihasilkan oleh sektor-sektor produksi pada suatu daerah. Sektor-sektor produksi tersebut antara adalah pertanian,

pertambangan dan penggalian, industri pengolahan, listrik, gas, dan air bersih, konstruksi, perdagangan, perdagangan, angkutan dan telekomunikasi, keuangan, persewaan dan jasa perusahaan serta jasa-jasa lainnya.

Adanya Surotrem dan Boyorail akan mempengaruhi perkembangan PDRB Surabaya yang pada umumnya akan mempengaruhi sektor pengangkutan. Berikut inimerupakan data historis perubahan PDRB Surabaya berdasarkan harga konstan.

Tabel 4. 3 Nilai Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

No	Sektor	2009	2010	2011	2012	2013
1	Pertanian	78239. 69	79171. 88	77663. 11	78013.2 5	79001.2 8
2	Pertambangan dan Penggalian	6203.1 4	6353.2 1	6511.1 4	6743.23	7093.65
3	Industri Pengolahan	185422 02.44	192251 58.74	202232 78.64	214215 47.92	223909 03.13
4	Listrik, Gas dan Air Bersih	196234 1.06	205413 0.70	208936 2.01	218811 7.38	227428 5.70
5	Konstruksi	552973 9.80	591629 5.16	631684 9.86	678223 8.21	740010 0.11
6	Perdagangan dan Komunikasi	341357 80.18	370255 75.65	403711 50.00	440114 61.26	477660 42.33
7	Pengangkutan dan Konukasi	921535 0.25	100822 59.62	111226 74.38	120547 00.62	131604 61.87
8	Keuangan, Persewaan dan Jsa Perusahaan	536846 5.18	574570 1.96	615353 6.23	661338 9.32	710928 4.28
9	Jasa-jasa	717639 2.18	769419 4.84	811002 4.29	851542 2.36	895012 9.55
Total PDRB Surabaya		820147 13.92	878288 41.76	944710 49.66	101671 633.55	109137 301.90

4.2 Konseptualitas Sistem

Konseptualitas sistem merupakan langkah pembentukan model konseptual dari sistem amatan. Pembentukan model konseptual dibuat setelah dilakukannya identifikasi sistem amatan beserta mengetahui permasalahan-permasalahan yang akan dibahas. Konseptualitas sistem diharapkan dapat menggambarkan bentuk dari sistem nyata dan dapat menjelaskan variabel-variabel yang terlibat dalam pengkajian terhadap kajian investasi terhadap proyek SMART yang akan diimplementasikan di Surabaya.

4.2.1 Identifikasi Variabel

Tahap awal yang dilakukan dalam pembentukan model konseptual adalah dengan melakukan identifikasi terhadap variabel-variabel yang terkait dengan sistem analisis investasi terhadap proyek SMART. Sistem kajian ekonomi terhadap investasi proyek SMART dipisahkan kedalam 4 bentuk submodel. Submodel-submodel tersebut adalah Submodel Penduduk, Submodel Transportasi, Submodel Ekonomi serta Submodel Lingkungan dan Konsumsi. Berikut ini merupakan variabel-variabel yang digunakan dalam masing-masing submodelnya.

Tabel 4. 4 Variabel-variabel Submodel Ekonomi

Submodel Ekonomi			
No	Variabel	Deskripsi	Simbol
1	PDRB Penyedia Transportasi	Besarnya nilai PDRB dari transportasi	<i>STOCK</i>
2	PDRB Sektor Lain	Besarnya nilai PDRB dari sektor selain transportasi	<i>STOCK</i>
3	<i>Demand</i> Boyorail	Banyaknya penumpang Boyorail	<i>STOCK</i>
4	<i>Demand</i> Surotrem	Banyaknya penumpang Surotrem	<i>STOCK</i>
5	Laju PDRB Transportasi	Perbuahan nilai PDRB Transportasi setiap tahunnya	<i>FLOW/RATE</i>
6	Laju PDRB Sektor Lain	Perubahan nilai PDRB sektor lain setiap tahunnya	<i>FLOW/RATE</i>
7	Laju <i>Demand</i> Boyorail	Perubahan <i>Demand</i> Boyorail	<i>FLOW/RATE</i>
8	Laju <i>Demand</i> Surotrem	Perubahan <i>Demand</i> Surotrem	<i>FLOW/RATE</i>
9	Rasio <i>Demand</i> Boyorail	Rasio rata-rata peningkatan <i>demand</i> Boyorail	<i>CONVERTER</i>
10	Rasio <i>Demand</i> Surotrem	Rasio rata-rata peningkatan <i>demand</i> Surotrem	<i>CONVERTER</i>
11	Subsidi Surotrem	Subsidi Surotrem	<i>CONVERTER</i>
12	Subsidi Boyorail	Subsidi Boyorail	<i>CONVERTER</i>
13	Revenue Surotrem	Revenue Surotrem	<i>CONVERTER</i>
14	Revenue Boyorail	Revenue Boyorail	<i>CONVERTER</i>
15	Revenue SMART	Revenue SMART	<i>CONVERTER</i>
16	Tarif PNP	Tarif rata-rata penumpang	<i>CONVERTER</i>
17	Value Added SMART	Nilai tambah dari SMART	<i>CONVERTER</i>

Tabel 4. 5 Variabel-variabel Submodel Ekonomi (Lanjutan.)

Submodel Ekonomi			
No	Variabel	Deskripsi	Simbol
18	PDRB SMART	PDRB SMART	<i>CONVERTER</i>
19	Tingkat Pertumbuhan PDRB Sektor Transportasi	Tingkat perubah dari pertumbuhan PDRB dari sektor transportasi	<i>CONVERTER</i>
20	Tingkat Pertumbuhan PDRB Sektor Lain	Tingkat perubah dari pertumbuhan PDRB dari sektor lainnya	<i>CONVERTER</i>
21	Tingkat Pertumbuhan Tranportasi non SMART	Tingkat perubahn dari pertumbuhan pengguna transportasi selain SMART	<i>CONVERTER</i>
22	Tingkat Pertumbuhan Transportasi SMART	Tingkat perubah dari pertumbuhan pengguna transportasi menggunakan SMART	<i>CONVERTER</i>
23	Delay Konsumsi Operasi	Delay konsumsi operasi	<i>CONVERTER</i>
24	PDRB Surabaya	Total seluruh PDRB Surabaya	<i>CONVERTER</i>
25	Pendapatan per Kapita	Jumlah PDRB yang telah disamakan per kapitanya	<i>CONVERTER</i>
26	Delay PDRB	Delay PDRB	<i>CONVERTER</i>
27	Perkembangan Ekonomi	Pertumbuhan PDRB dibandingkan dengan periode sebelumnya	<i>CONVERTER</i>

Tabel 4. 6 Variabel-variabel Submodel Penduduk

Submodel Penduduk			
No	Variabel	Deskripsi	Simbol
1	Populasi Penduduk Surabaya	Jumlah penduduk Surabaya	<i>STOCK</i>
2	Kelahiran	Laju kelahiran Kota Surabaya	<i>FLOW/RATE</i>
3	Kematian	Laju Kematian Kota Surabaya	<i>FLOW/RATE</i>
4	Urbanisasi	Laju Urbanisasi Kota Surabaya	<i>FLOW/RATE</i>
5	Fraksi Kelahiran	Tingkat kelahiran perubah laju kelahiran	<i>CONVERTER</i>
6	Fraksi Kematian	Tingkat Kematian peubah laju kematian	<i>CONVERTER</i>
7	Fraksi Urbanisasi	Tingkat Urabnisasi peubah laju urbanisasi	<i>CONVERTER</i>
8	Proporsi Angkatan Kerja SMART	Besarnya kebutuhan tenaga kerja dari SMART	<i>CONVERTER</i>
9	Proporsi Angkatan Kerja Lain	Besarnya kebutuhan tenaga kerja dari lapangan kerja lain	<i>CONVERTER</i>
10	Angkatan Kerja SMART	Total lapangan kerja yang tersedia dari SMART	<i>CONVERTER</i>
11	Angkatan Kerja	Total lapangan kerja yang tersedia	<i>CONVERTER</i>

Tabel 4. 7 Variabel-variabel Submodel Lingkungan dan Konsumsi

Submodel Lingkungan dan Konsumsi			
No	Variabel	Deskripsi	Simbol
1	Jumlah Polusi CO2	Jumlah emisi CO ₂ dari perubahan penggunaan bahan bakar	<i>STOCK</i>

Tabel 4. 8 Variabel-variabel Submodel Lingkungan dan Konsumsi (Lanjutan)

Submodel Lingkungan dan Konsumsi			
No	Variabel	Deskripsi	Simbol
2	Konsumsi Transportasi	Jumlah konsumsi total dari aktivitas transportasi	<i>STOCK</i>
3	Konsumsi non Transportasi	Jumlah konsumsi total dari aktivitas non transportasi	<i>STOCK</i>
4	Laju Peningkatan Polusi	Laju peningkatan polusi	<i>FLOW/RATE</i>
5	Laju Peningkatan Konsumsi Transportasi	Laju peningkatan konsumsi transportasi	<i>FLOW/RATE</i>
6	Laju Peningkatan Konsumsi non Transportasi	Laju peningkatan konsumsi non transportasi	<i>FLOW/RATE</i>
7	Peningkatan Konsumsi Transportasi	Tingkat peubah laju konsumsi transportasi	<i>CONVERTER</i>
8	Peningkatan Konsumsi non Transportasi	Tingkat peubah laju konsumsi non transportasi	<i>CONVERTER</i>
9	Total Konsumsi dan Pengeluaran	Jumlah konsumsi keseluruhan dari semua sektor	<i>CONVERTER</i>
10	Konsumsi per Kapita	Jumlah konsumsi per kapita	<i>CONVERTER</i>
11	Margin Konsumsi PDRB per Kapita	Perbandingan konsumsi dan nilai PDRB	<i>CONVERTER</i>
12	Konversi Polusi	Peubah besarnya bahan bakar kedalam berat emisi polusi	<i>CONVERTER</i>
13	Delay Polusi	Delay polusi	<i>CONVERTER</i>
14	Peningkatan Polusi	Tingkat peubah laju peningkatan polusi	<i>CONVERTER</i>
15	Delay Cost	Delay biaya	<i>CONVERTER</i>

Tabel 4. 9 Variabel-variabel Submodel Transportasi

Submodel Transportasi			
No	Variabel	Deskripsi	Simbol
1	Jumlah Mobil	Jumlah mobil di Surabaya	<i>STOCK</i>
2	Jumlah Motor	Jumlah motor di Surabaya	<i>STOCK</i>
3	Panjang Surotrem	Pembangunan Surotrem	<i>STOCK</i>
4	Panjang Boyorail	Pembangunan Boyorail	<i>STOCK</i>
5	Pertambahan Panjang Surotrem	Laju pembangunan Surotrem	<i>FLOW/RATE</i>
6	Pertambahan Panjang Boyorail	Laju pembangunan Boyorail	<i>FLOW/RATE</i>
7	Laju Peningkatan Mobil	Laju penambahan pemilik mobil	<i>FLOW/RATE</i>
8	Laju Peningkatan Motor	Laju penambahan pemilik motor	<i>FLOW/RATE</i>
9	Fraksi Pembelian Mobil	Rata-rata kepemilikan mobil setiap individu	<i>CONVERTER</i>
10	Fraksi Pembelian Motor	Rata- kepemilikan motor setiap individu	<i>CONVERTER</i>
11	Biaya Konstruksi Surotrem per Km	Besar kebutuhan dana investasi pembangunan Surotrem per Km	<i>CONVERTER</i>
12	Biaya Konstruksi Boyorail per Km	Besar kebutuhan dana investasi pembangunan Boyorail per Km	<i>CONVERTER</i>
13	Jarak Perjalanan Kendaraan Bermotor	Rata-rata jumlah jarak tempuh pengendara kendaraan pribadi	<i>CONVERTER</i>
14	<i>Traveling time</i>	Lama perjalanan	<i>CONVERTER</i>
15	Konsumsi BBM	Jumlah konsumsi BBM	<i>CONVERTER</i>
16	Konsumsi Energi (<i>traveling cost</i>)	Jumlah konsumsi energi	<i>CONVERTER</i>

Tabel 4. 10 Variabel-variabel Submodel Transportasi (Lanjutan.)

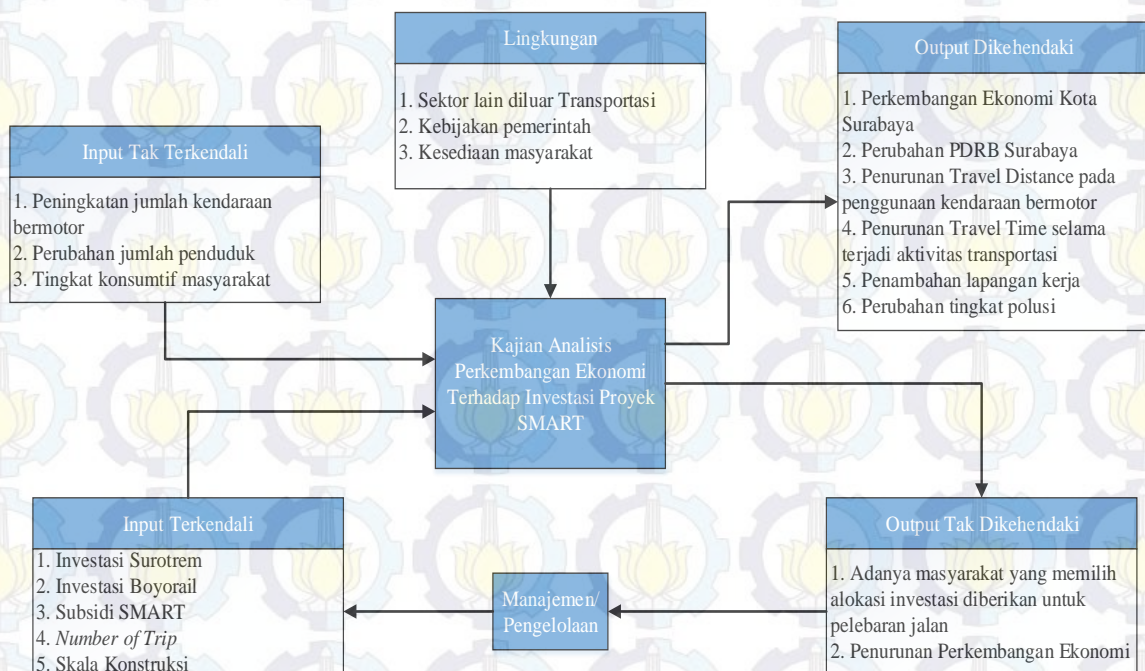
Submodel Transportasi			
No	Variabel	Deskripsi	Simbol
17	Jarak Perjalanan SMART	Jumlah rata-rata jarak tempuh SMART	<i>CONVERTER</i>
18	Jarak Perjalanan Surotrem	Panjang lintasan Surotrem	<i>CONVERTER</i>
19	Jarak Perjalanan Boyorail	Panjang lintasan boyorail	<i>CONVERTER</i>
20	Number of Trip Surotrem	Jumlah trip Surotrem	<i>CONVERTER</i>
21	Number of Trip Boyorail	Jumlah trip Boyorail	<i>CONVERTER</i>
22	Konsumsi Operasi	Beban biaya operasi SMART	<i>CONVERTER</i>
23	Tarif per Km	Agregat biaya SMART per Km	<i>CONVERTER</i>
24	Tarif per Trip	Besar biaya operasi SMART sekali Trip	<i>CONVERTER</i>
25	Subsidi	Besar Subsidi	<i>CONVERTER</i>
26	Investasi Boyorail	Jumlah investasi pembangunan Boyorail	<i>CONVERTER</i>
27	Investasi Surotrem	Jumlah investasi pembangunan Surotrem	<i>CONVERTER</i>
28	Skala Konstruksi Surotrem	Skala pembangunan (keseriusan pemerintah) dalam penyelesaian pembangunan Surotrem	<i>CONVERTER</i>
29	Skala Konstruksi Boyorail	Skala pembangunan (keseriusan pemerintah) dalam penyelesaian pembangunan Boyorail	<i>CONVERTER</i>
30	Surotrem	Surotrem yang beroperasi	<i>CONVERTER</i>
31	Boyorail	Boyorail yang beroperasi	<i>CONVERTER</i>

Tabel 4. 11 Variabel-variabel Submodel Transportasi (Lanjutan.)

Submodel Transportasi			
No	Variabel	Deskripsi	Simbol
32	<i>Economical Fare</i> Surotrem	Biaya kebutuhan untuk operasional Surotrem	<i>CONVERTER</i>
33	<i>Economical Fare</i> Boyorail	Biaya kebutuhan untuk operasional Boyorail	<i>CONVERTER</i>
34	Biaya Operasional Surotrem	Total biaya operasional Surotrem	<i>CONVERTER</i>
35	Biaya Operasional Boyorail	Total biaya operasional Boyorail	<i>CONVERTER</i>

4.2.2 *Input-Output Diagram*

Penyusunan diagram *input-output* dilakukan untuk mendeskripsikan variabel-variabel *input* dan *output* dari sistem secara sistematis. Dalam diagram *input-output*, variabel-variabel dikelompokkan menjadi *input* terkendali, *input* tak terkendali, *output* dikehendaki, *output* tak dikehendaki dan lingkungan. Berikut ini merupakan diagram *input-output* yang dibentuk untuk mendeskripsikan variabel-variabel yang digunakan dalam pengkajian dampak ekonomi pada investasi proyek SMART yang akan dilakukan.



Gambar 4. 1 *Input-output Diagram*

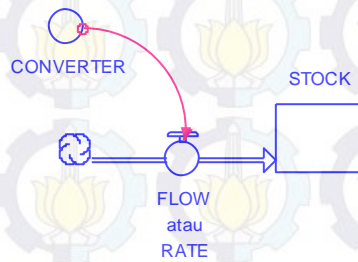
Input yang digunakan dalam analisis dampak ekonomi pada investasi proyek SMART dipisahkan menjadi *input* terkendali dan *input* tak terkendali. *Input* yang dapat dikendalikan pada sistem ini diantaranya adalah besarnya jumlah investasi dalam pembangunan Surotrem dan Boyorail, besarnya subsidi yang akan diberikan dalam keberlangsungan SMART dan jumlah trip untuk tiap-tiap transportasi. Sedangkan *input* yang tak terkendali terdiri dari penambahan jumlah kendaraan bermotor, perubahan jumlah penduduk dan tingkat konsumtif dari masyarakat Surabaya.

Dalam diagram *input-output* juga telah digambarkan adanya dua jenis *output* dari dilakukannya analisis dampak ekonomi dari investasi proyek SMART yaitu *output* dikehendaki dan *output* yang tidak dikehendaki. *Output* yang dikehendaki dari permodelan ini adalah Perkembangan Ekonomi Kota Surabaya, perubahan PDRB Surabaya, penurunan *Travel Distance* pada penggunaan kendaraan bermotor, penurunan *Travel Time* selama terjadi aktivitas transportasi, penambahan lapangan kerja serta perubahan tingkat polusi. Sedangkan *output* yang tidak dikehendaki antara lain adalah adanya masyarakat yang memilih alokasi investasi diberikan untuk pelebaran jalan dan penurunan perkembangan ekonomi.

Manajemen atau pengelolaan dilakukan terhadap *output* yang tidak diharapkan sehingga menjadi *input* yang dapat dikendalikan.

4.2.3 Causal-Loop Diagram





Causal-Loop Diagram disusun untuk menunjukkan hubungan yang memiliki sebab akibat. Hubungan sebab akibat antar variabel dapat diketahui dengan adanya anak panah yang menghubungkan suatu variabel dengan variabel lainnya. Terdapat dua jenis anak panah yang menghubungkan variabel-variabel dalam *causal-loop diagram*, yaitu anak panah positif dan anak panah negatif. Anak panah dengan *polarity* positif menunjukkan adanya hubungan yang berbanding lurus, dimana penambahan nilai pada variabel tersebut akan mempengaruhi penambahan variabel berikutnya. Sedangkan anak panah dengan *polarity* negatif menunjukkan adanya hubungan yang berbanding terbalik dari variabel pertama ke variabel berikutnya, dimana penambahan pada variabel pertama akan menyebabkan pengurangan pada variabel berikutnya. Berikut ini merupakan *causal-loop diagram* dari analisis dampak ekonomi dari investasi proyek SMART.



Gambar 4. 3 Simbol pada Stock and Flow Diagram

Berikut ini merupakan penjelasan terhadap masing-masing symbol yang digunakan dalam permodelan sistem dinamik.

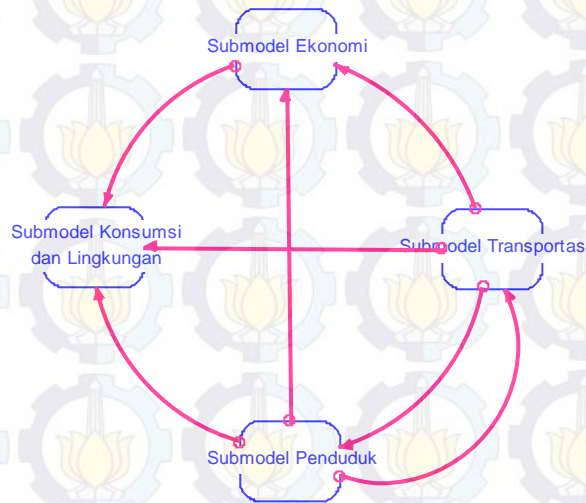
Tabel 4. 12 Keterangan Simbol dalam Software Stella

Simbol	Jenis	Keterangan
 Noname 1	LEVEL/STOCK	Akumulasi kondisi sistem yang dipengaruhi oleh <i>inflow</i> dan/atau <i>outflow</i>
 Noname 1	RATE/FLOW	Pengubah kondisi sistem
 Noname 1	CONVERTER	Persamaan yang mempengaruhi nilai <i>output</i>
	CONNECTOR	Penyalur informasi yang digunakan dalam perubahan <i>flow</i>

4.3.1 Bentuk Model Utama Sistem

Model utama pada sistem analisis dampak ekonomi pada investasi proyek SMART terdiri dari 4 submodel seperti yang telah disebutkan pada subbab 4.2.

Berikut ini merupakan bentuk model utama sistem analisis dampak ekonomi pada investasi proyek SMART.



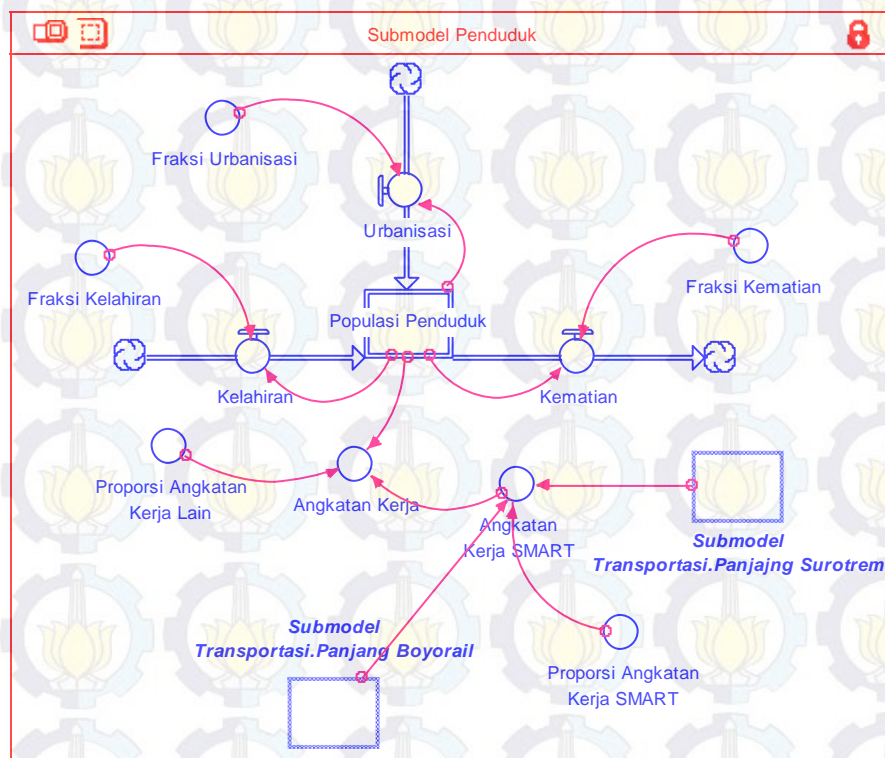
Gambar 4. 4 Model Utama Sistem Dampak Ekonomi pada Investasi Proyek SMART

Gambar model utama tersebut menunjukkan *framework* penentuan skenario dampak ekonomi dari investasi proyek SMART, dimana *framework* terdiri dari 4 submodel. Pembentukan submodel dilakukan untuk memudahkan pemodelan, baik dari pembentukan model, verifikasi model hingga validasi model. Submodel Penduduk berisikan model perkembangan penduduk serta peningkatan jumlah tenaga kerja. Submodel Transportasi menggambarkan permodelan dari pertumbuhan pengguna kendaraan pribadi, pembangunan proyek SMART, konsumsi energy hingga nilai tambah dari sisi transportasi. Submodel Ekonomi menjelaskan perkembangan PDRB Surabaya baik yang dipengaruhi oleh transportasi maupun yang tidak dan perubahan nilai investasi yang ditanamkan dalam proyek SMART. Submodel Konsumsi dan Lingkungan menampilkan besarnya tingkat konsumtif masyarakat dan perubahan besarnya poluasi yang dipengaruhi baik kendaraan bermotor maupun SMART.

4.3.2 Submodel Penduduk

Submodel Penduduk bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan jumlah populasi warga Surabaya yang akan mempengaruhi pertumbuhan dari banyaknya

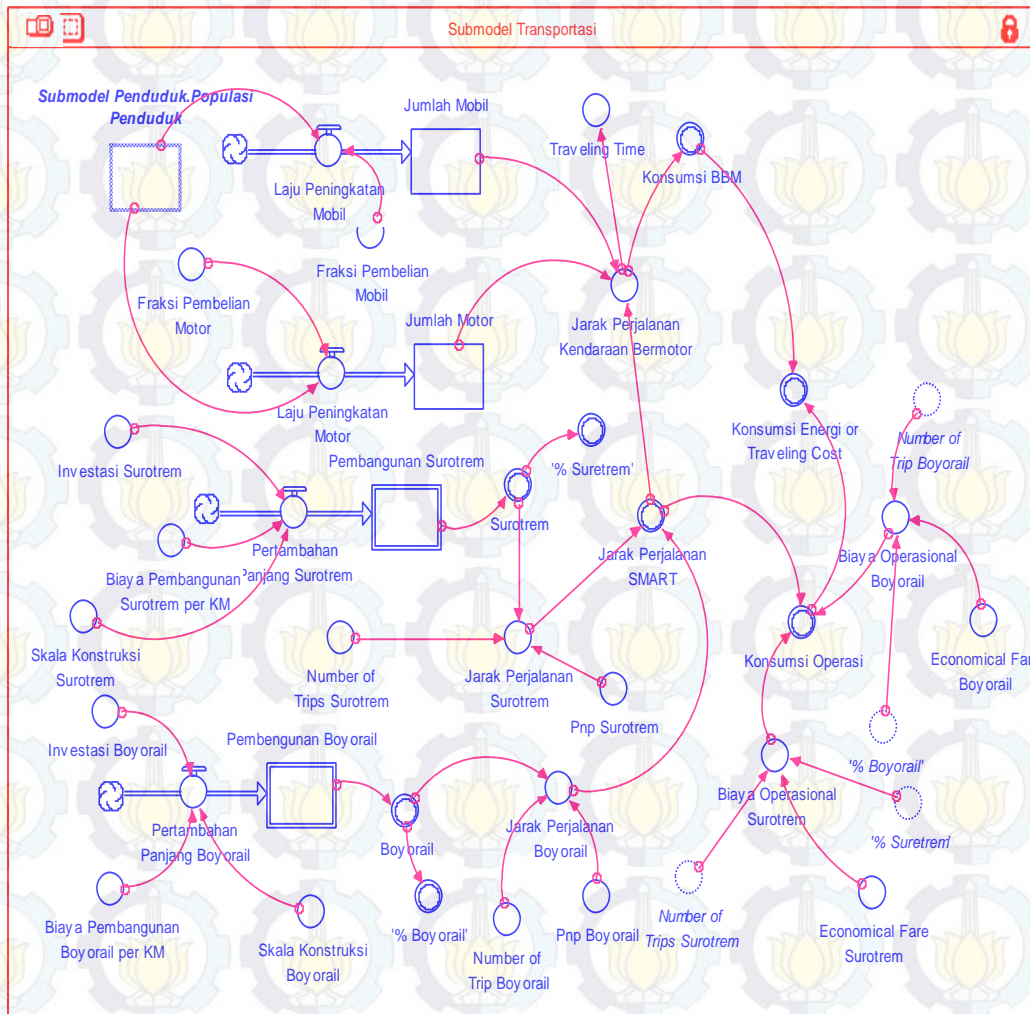
pengguna motor dan mobil, besarnya pendapatan per kapita dan tingkat konsumtif masyarakat Surabaya. Berikut ini merupakan Submodel Penduduk digambarkan dalam *stock and flow diagram*.



Gambar 4. 5 Stock and Flow Diagram Submodel Penduduk

4.3.3 Submodel Transportasi

Tujuan utama dari dibangunnya SMART adalah untuk mengurangi kemacetan yang ada di Kota Surabaya. Submodel Transportasi menampilkan peningkatan kendaraan pribadi baik mobil maupun motor yang menyebabkan kemacetan. Penurunan dari kemacetan dapat dilihat dari perubahan *travel time* yang ditunjukkan pada submodel ini. Selain menghasilkan *travel time*, submodel ini menunjukkan perubahan yang terjadi terhadap *travel distance* dari adanya investasi SMART ataupun tidak. Nilai dari *travel distance* dapat dikonversikan kedalam konsumsi bahan bakar yang dapat digunakan sebagai data perubahan polusi yang terjadi dengan adanya SMART ataupun tidak. Berikut ini merupakan Submodel Transportasi dalam analisis dampak ekonomi dari investasi SMART.

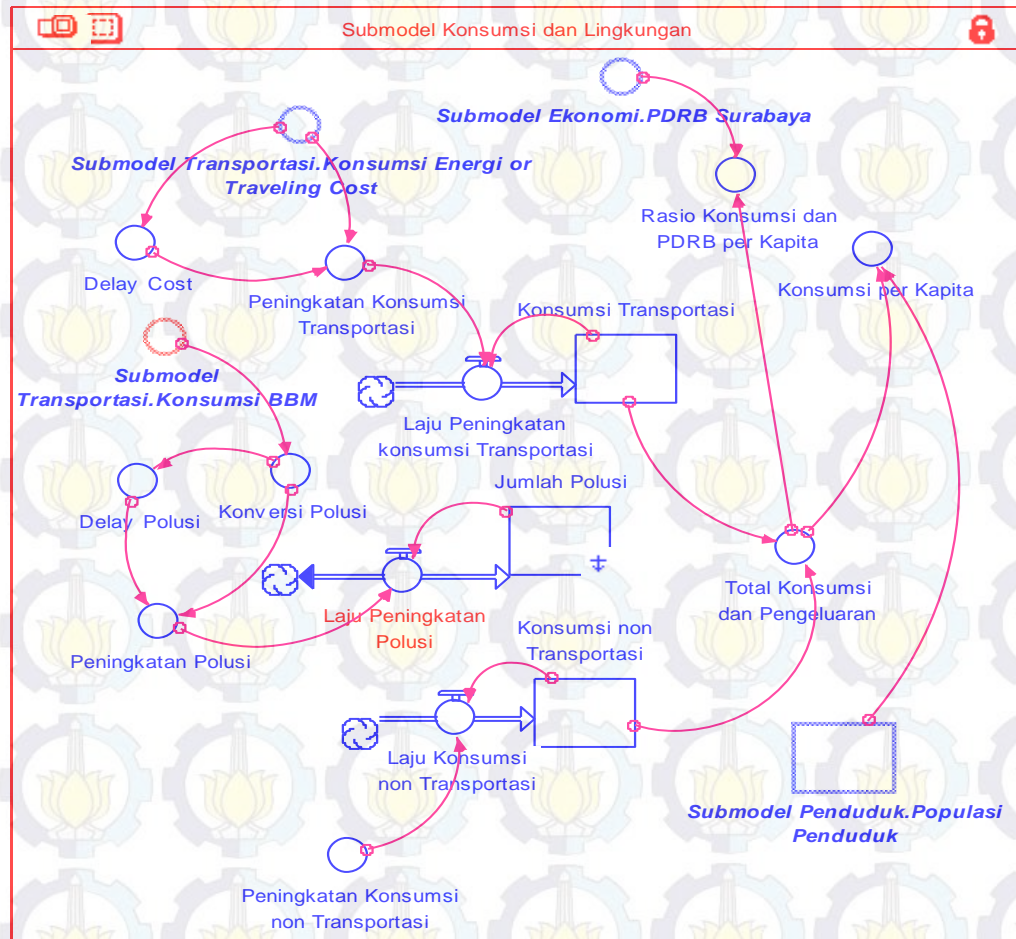


Gambar 4. 6 Stock and Flow Submodel Transportasi

4.3.4 Submodel Konsumsi dan Lingkungan

Submodel Konsumsi dan Lingkungan terdiri dari komponen peningkatan jumlah polusi yang dihasilkan dari konsumsi bahan bakar, dimana polusi yang dimaksud adalah emisi CO₂ dan rata nilai konsumsi yang dikeluarkan oleh masyarakat Surabaya. Konsumsi pada submodel ini dibagi kedalam dua sektor, yaitu sektor transportasi dan sektor selain transportasi. Sektor transportasi memiliki perkembangan berdasarkan adanya investasi SMART sedangkan untuk sektor lainnya pertumbuhan konsumsi terjadi peningkatan berdasarkan data sebelumnya. Konsumsi total yang telah didapatkan akan dikonversikan kedalam bentuk per kapita

untuk mengetahui besar rata-rata konsumsi untuk masyarakat Surabaya. Berikut ini merupakan Submodel Konsumsi dan Lingkungan dari sistem analisis dampak ekonomi dari investasi proyek SMART.

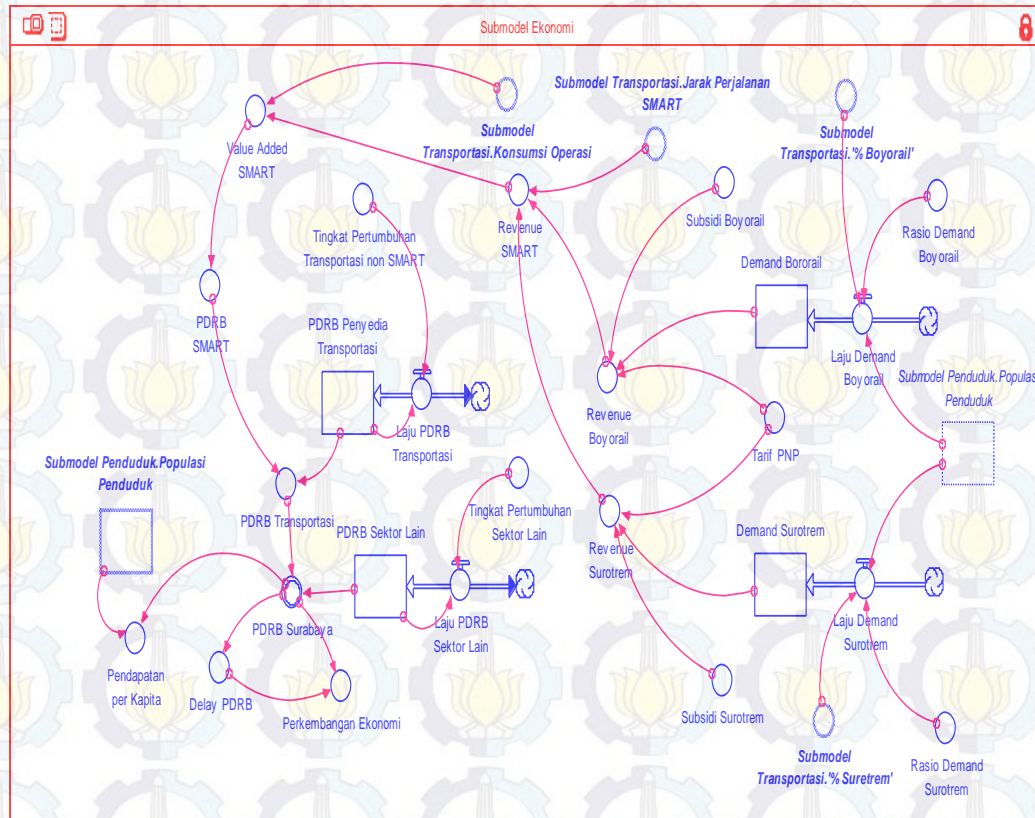


Gambar 4. 7 Stock and Flow Submodel Konsumsi dan Lingkungan

4.3.5 Submodel Ekonomi

Submodel Ekonomi bertujuan untuk mengetahui perkembangan perkonomian Kota Surabaya berdasarkan perubahan nilai PDRB Surabaya. Perhitungan PDRB dilakukan dengan pendekatan produksi dan dibagi kedalam dua sektor, yaitu PDRB sektor transportasi dan PDRB sektor lainnya. Perubahan PDRB sektor transportasi dipengaruhi oleh data sebelumnya serta adanya investasi SMART. Sedangkan untuk PDRB sektor lainnya didapatkan berdasarkan data

sebelumnya. Berikut ini merupakan Submodel Ekonomi dari sistem analisis dampak ekonomi pada investasi proyek SMART.



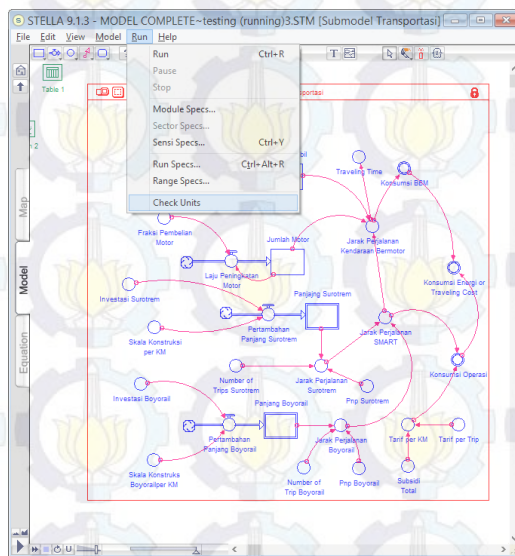
Gambar 4. 8 Stock and Flow Submodel Ekonomi

4.4 Verifikasi dan Validasi

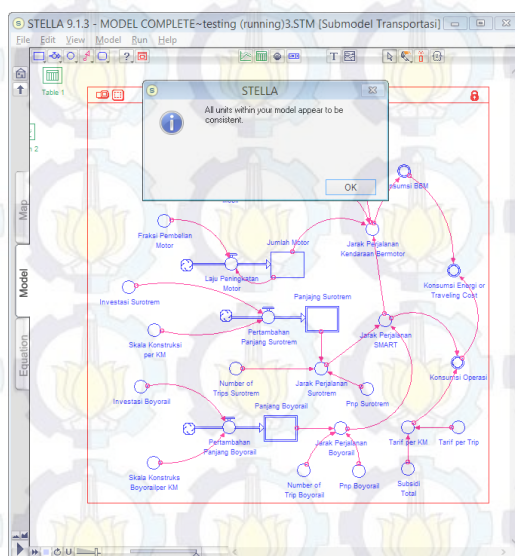
Verifikasi dan validasi dilakukan sebagai proses pengecekan atau klarifikasi bahwa model yang telah dibuat sesuai dengan sistem nyata. Verifikasi model bertujuan untuk mengetahui kondisi model sistem dinamik dengan dilakukannya pengecekan unit. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah model dapat di-run atau tidak. Apabila dapat di-run, maka model yang telah dibuat tidak memiliki *error*. Validasi model dilakukan dengan menggunakan beberapa metode pengujian untuk mengetahui apakah model dapat merepresentasikan sistem nyata atau tidak.

4.4.1 Verifikasi Model

Tujuan dilakukannya verifikasi model adalah untuk mengetahui apakah model sudah merepresenrasikan sistem nyata dengan tepat. Verifikasi model dilakukan dengan cara melakukan pemeriksaan *error* terhadap model. Pengecekan *error* yang dimaksud adalah dengan melakukan pemeriksaan terhadap formulasi, model dan konsistensi *unit* variabel pada model. Berikut ini merupakan langkah dalam melakukan verifikasi terhadap model.

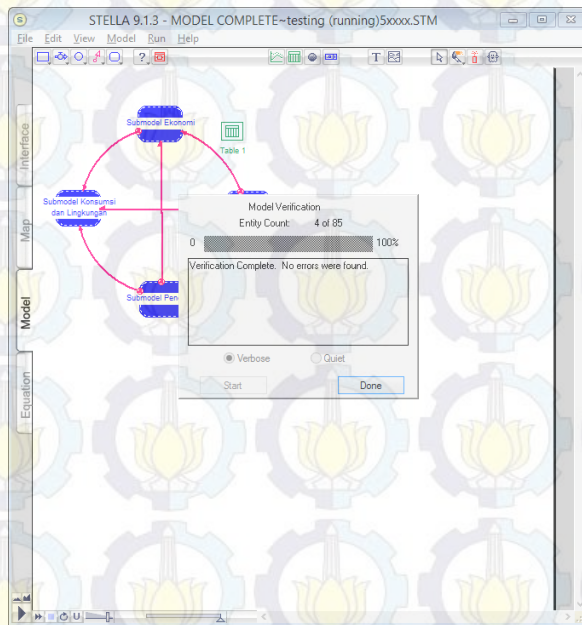


Gambar 4. 9 Check Unit (1)

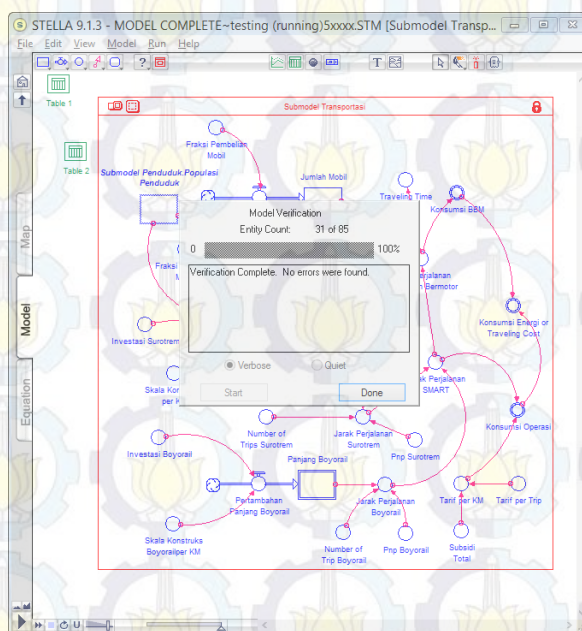


Gambar 4. 10 Hasil Pengecekan unit pada Submodel Transportasi

Berdasarkan hasil tersebut, maka model telah terverifikasi dalam bentuk saruannya. Berikut ini merupakan verifikasi terhadap *errors* yang ada dalam model. Dilakukan dengan menggunakan opsi *verify/repair* model.



Gambar 4. 11 Hasil Verifikasi Model Utama Sistem



Gambar 4. 12 Hasil Verifikasi Submodel Transportasi

Berdasarkan gambar 4.11 dan 4.12, maka dapat dikatakan bahwa model simulasi sistem dinamik dari dampak ekonomi pada investasi SMART tidak memiliki *errors*.

4.4.2 Validasi Model

Validasi adalah proses penentuan model simulasi sebagai representasi sistem nyata yang sedang dimodelkan. Validasi model dilakukan dengan menggunakan 5 mekanisme validasi yang terdiri dari lima pengujian. 5 metode pengujian yang digunakan adalah uji struktur model, uji kecukupan batasan, uji parameter model, uji kondisi ekstrim dan uji perilaku model. Berikut ini merupakan uji validasi yang dilakukan terhadap model sistem dinamik yang telah dibuat.

4.4.2.1 Uji Struktur Model

Uji struktur model merupakan uji validitas paling mendasar, yaitu dengan menyamakan permodelan sistem dinamik yang telah dibuat dalam bentuk *stock and flow diagram* dengan *causal-loop diagram* yang telah dibuat sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk menyamakan bentuk model sistem dinamik dengan model konseptual sebagai acuan bahwa model dapat merepresentasikan sistem nyata. Uji validasi ini dilakukan dengan melakukan wawancara dan diskusi dari pihak yang mengetahui bentuk sistem, yang mana dalam penelitian ini dilakukan dengan pihak Bappeko, BPS dan juga beberapa pendapat masyarakat. Setelah dinyatakan sesuai, maka model dapat dikatakan valid secara struktur model.

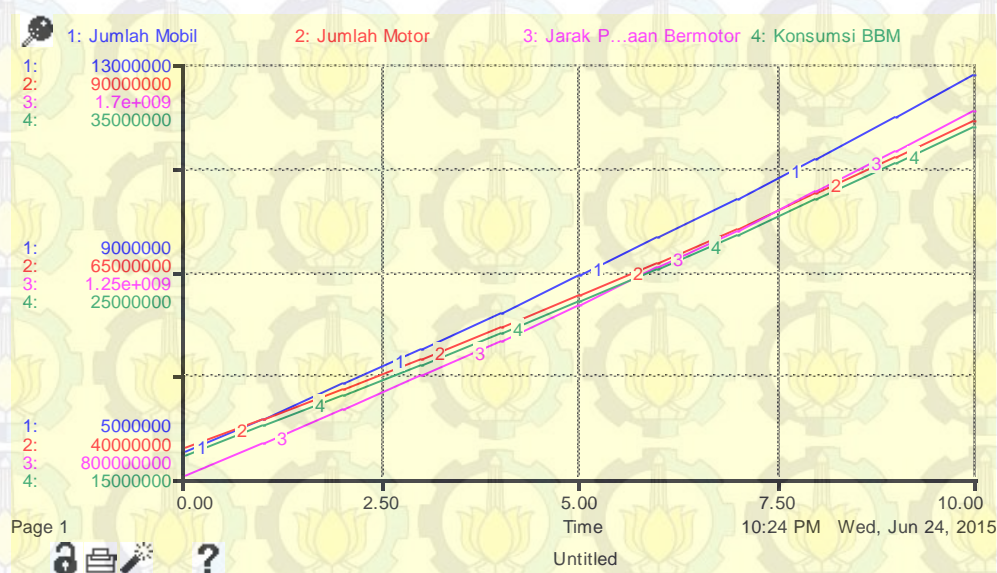
4.4.2.2 Uji Kecukupan Batasan (*Boundary Adequacy Test*)

Uji kecukupan batasan bertujuan untuk menyesuaikan antara batasan model dengan tujuan perancangan model. Pada uji kecukupan batasan ini, model dibuat seramping mungkin untuk memenuhi tujuan dari dibentuknya model. Dalam penelitian ini mengenai analisis dampak ekonomi pada investasi proyek SMART, variabel-variabel yang dibuat harus memiliki pengaruh terhadap *output* yang diharapkan. Variabel-variabel yang tidak memiliki hubungan dengan *output* dari analisis ini maka dapat dihilangkan. Variabel-variabel *output* yang dirapkan dalam

permodelan ini adalah untuk mengetahui perubahan PDRB Surabaya, perubahan *travel time*, *travel distance* dan perkembangan ekonomi.

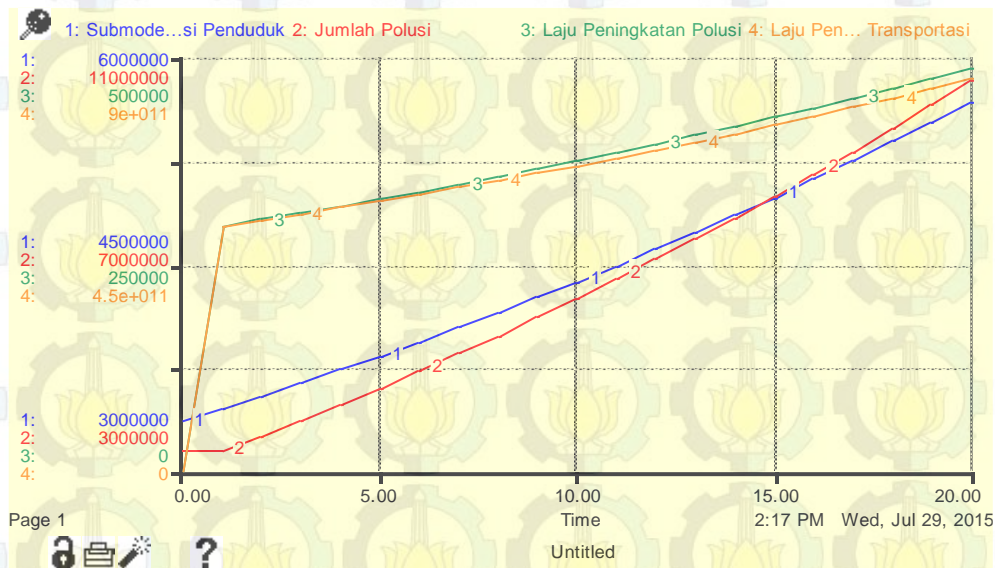
4.4.2.3 Uji Parameter Model

Uji parameter model bertujuan untuk mengetahui konsistensi dari variabel-variabel yang dimasukkan ke dalam model. Uji parameter model dilakukan dengan validasi variabel-variabel yang merupakan input terhadap sistem dan validasi logika hubungan antar variabel yang dimasukkan ke dalam model simulasi. Formulasi variabel-variabel harus mengikuti logika hubungan antar variabel. Berikut ini merupakan beberapa gambar grafik yang akan ditampilkan yang didapatkan dari simulasi model untuk dilakukan uji parameter model.



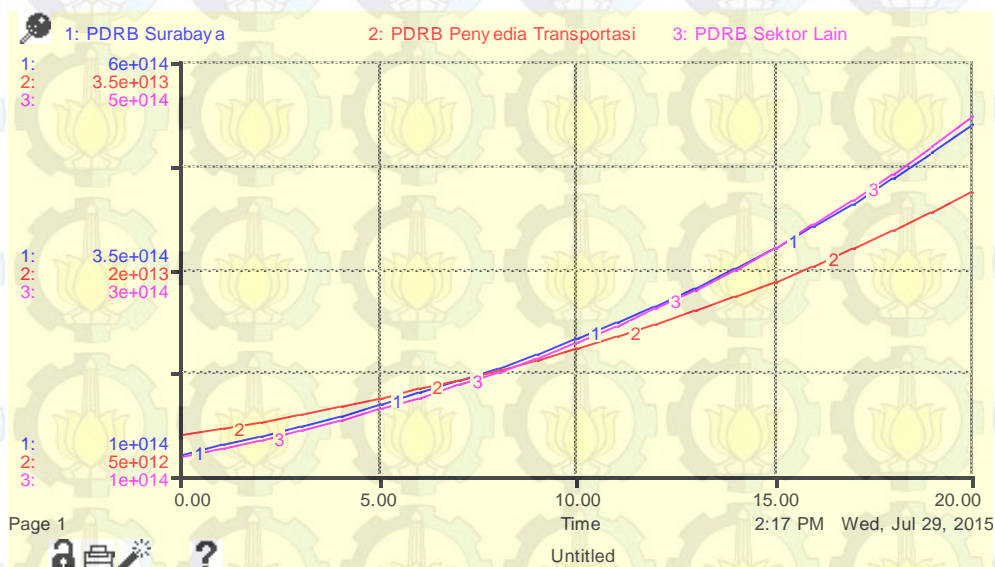
Gambar 4. 13 Hasil Simulasi Submodel Transportasi

Berdasarkan gambar grafik simulasi submodel transportasi, konsumsi bahan bakar akan terus meningkat seiring dengan terjadinya peningkatan pada variabel jarak perjalanan dengan kendaraan bermotor dan variabel ini akan terus bertambah dengan bertambahnya jumlah pengguna mobil dan jumlah pengguna motor.



Gambar 4. 14 Hasil Simulasi Submodel Konsumsi dan Lingkungan

Peningkatan konsumsi perkapita selalu diikuti dengan peningkatan total konsumsi dan dimana jumlah populasi berperan sebagai pembagi yang membedakan besaran nilai dari kedua variabel tersebut.



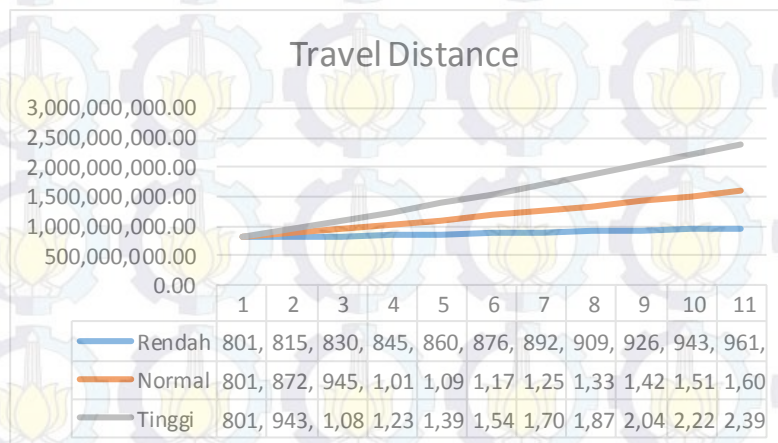
Gambar 4. 15 Hasil Simulasi Submodel Ekonomi

Memiliki kesamaan seperti hasil simulasi yang didapatkan dari submodel transportasi dimana variabel-variabel memiliki hubungan yang berbanding lurus, dimana pertambahan PDRB di Surabaya diikuti baik salah satu variabel maupun

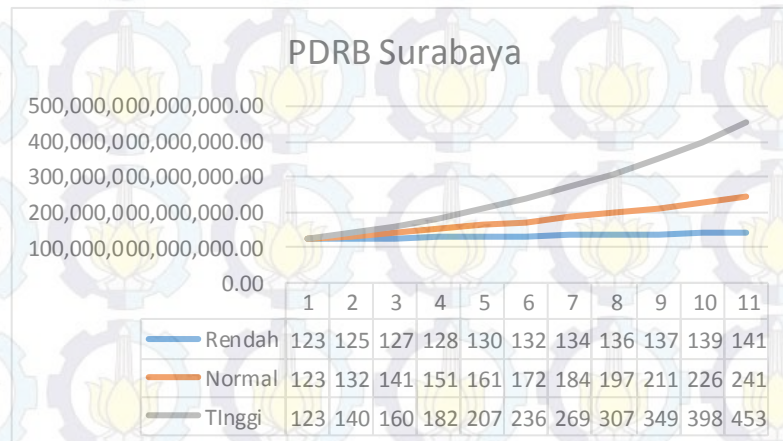
kedua variabel PDRB transportasi dan PDRB sektor lain. Untuk variabel-variabel lainnya telah dilakukan uji parameter sama seperti ketiga hasil simulasi diatas sehingga model valid berdasarkan formulasi dan parameter model.

4.4.2.4 Uji Kondisi Ekstrim

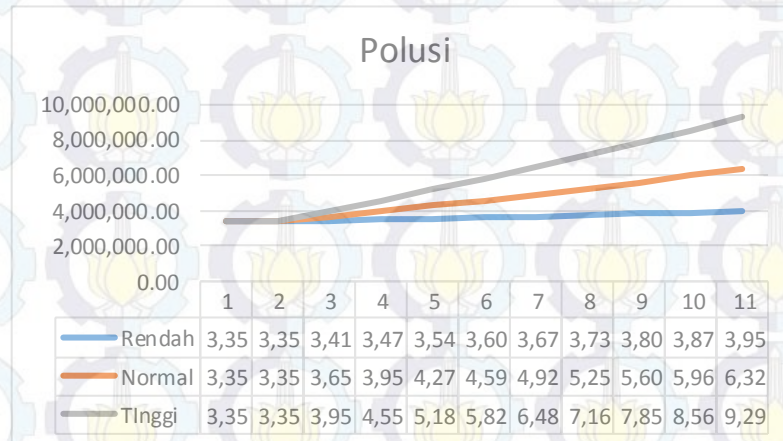
Uji kondisi ekstrim dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan model apakah berfungsi dengan baik dalam kondisi ekstrim sehingga memberikan kontribusi sebagai instrument dalam analisis investasi atau evaluasi kebijakan. Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan nilai ekstrim terbesar maupun terkecil pada variabel terukur dan terkendali (Wirjodirdjo, 2012). Setelah dilakukan uji kondisi ekstrim maka model dapat diketahui memiliki kesalahan atau tidak baik dalam structural maupun parameter. Berikut ini merupakan hasil uji kondisi ekstrim untuk beberapa *output* simulasi.



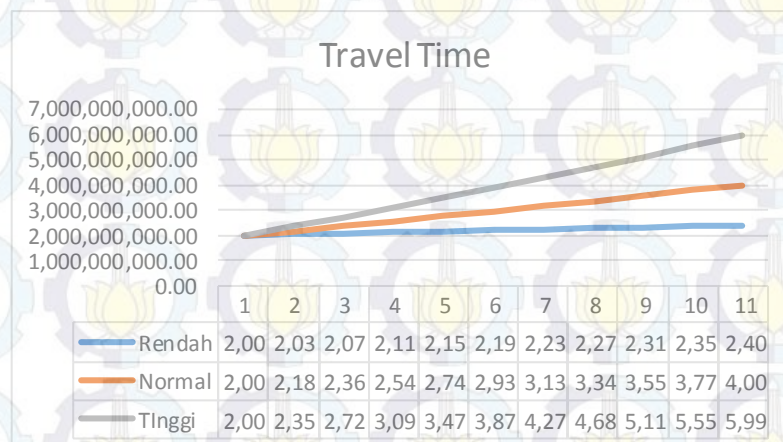
Gambar 4. 16 Hasil Uji Kondisi Ekstrim (1)



Gambar 4. 17 Hasil Uji Kondisi Ekstrim (2)



Gambar 4. 18 Hasil Uji Kondisi Ekstrim (3)



Gambar 4. 19 Hasil Uji Kondisi Ekstrim (4)

Uji kondisi ekstrim dilakukan dengan melakukan percobaan dengan mengganti antara nilai normal, nilai terendah dan nilai tertinggi. Berdasarkan grafik hasil uji kondisi ekstrim, pola grafik masih memiliki pola yang sama dan tidak berubah sehingga model tersebut sesuai dengan logika tujuan dari penelitian.

4.4.2.5 Uji Perilaku Model/Replikasi

Uji perilaku model dapat dilakukan dengan melakukan *mean comparison test* atau uji kesamaan rata-rata. Pengujian ini dilakukan dengan membuat perbandingan antara rata-rata nilai hasil simulasi dengan rata data actual untuk menemukan rata-rata *error* yang kemungkinan akan terjadi. Perhitungan *error* dapat dilakukan dengan formulasi yang telah ditampilkan pada bab 2, yaitu:

$$E_1 = \frac{|S-A|}{A} \dots\dots\dots (4.1)$$

Dimana:

S = Nilai rata-rata hasil simulasi

A = Nilai rata-rata data

Model dianggap valid apabila memiliki nilai $E_1 \leq 5\%$

Berikut ini merupakan pengujian perilaku model atau *mean comparison test* pada model analisis dampak investasi terhadap SMART dengan melakukan perbandingan pada nilai PDRB Surabaya.

Tabel 4. 13 Hasil Uji Perilaku Model

Tahun	PDRB Surabaya			Error
	Simulasi	Data Aktual	Selisih	
2009	82014713920000	82014713920000	0.00	0
2010	87707231483103	87828841760000	121610276897	0.00138462
2011	93795261167292	94471049660000	675788492707	0.00715339
2012	100306307714027	101671633550000	1365325835973	0.01342878
2013	107269790131025	109137301900000	1867511768975	0.01711158
Rata-rata				0.0098

Rata-rata *error* yang didapatkan pada saat dilakukannya uji perilaku model pada model sistem analisis dampak ekonomi pada investasi SMART tidak melebihi batas *errors* 0.05 dimana rata-rata *errors* yang didapatkan sebesar 0.01. Oleh karena itu, model sistem analisis dampak ekonomi pada investasi proyek SMART dapat dikatakan valid dari bentuk perilaku model karena mencerminkan nilai yang representative yang telah didapatkan dari data BPS Surabaya.

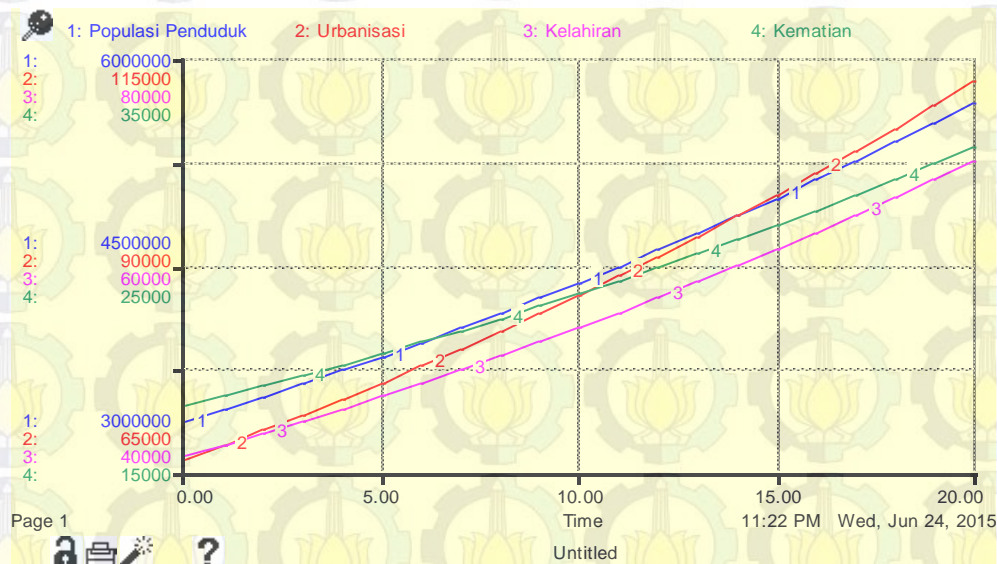
4.5 Simulasi Model

Model sistem dinamik dari analisis dampak ekonomi pada investasi proyek SMART yang telah diverifikasi dan validasi telah dinyatakan dapat merepresentasikan kondisi sistem nyata. Model yang dapat merepresentasikan sistem nyata maka selanjutnya dapat dilakukan simulasi. Simulasi perhitungan sistem dinamik dibantu dengan menggunakan *software* Stella. Model simulasi sistem dinamik yang telah dibuat dapat di-*running*. Model dijalankan dengan menggunakan *time frame* sebanyak 20 tahun. Permodelan dimulai pada tahun 2015 hingga 2035. Model dijalankan dengan menggunakan *time frame* selama 20 tahun dikarenakan apabila lebih dari 20 tahun, dikhawatirkan hasil simulasi diatas sudah tidak sesuai lagi. Dengan tujuan untuk mengetahui dampak dari dilakukannya investasi proyek SMART, simulasi dijalankan dalam satuan tahun. Simulasi dibagi kedalam 4 submodel yang telah dibuat pada subbab 4.3 mengenai *stock and flow diagram*. Submodel-submodel tersebut antara lain adalah submodel penduduk, submodel transportasi, submodel konsumsi dan lingkungan serta submodel ekonomi. Berikut ini merupakan simulasi-simulasi yang dilakukan untuk mengetahui nilai-nilai pada masing-masing submodel.

4.5.1 Simulasi Submodel Penduduk

Simulasi submodel penduduk dilakukan untuk mengetahui perkembangan penduduk setiap tahunnya yang mana jumlah penduduk tiap tahunnya merupakan *output* utama dari submodel ini. Submodel penduduk ini merupakan submodel yang paling kritis dikarenakan memiliki banyak pengaruh pada submodel-submodel lainnya seperti submodel transportasi. Jumlah penduduk yang menjadi *output* pada

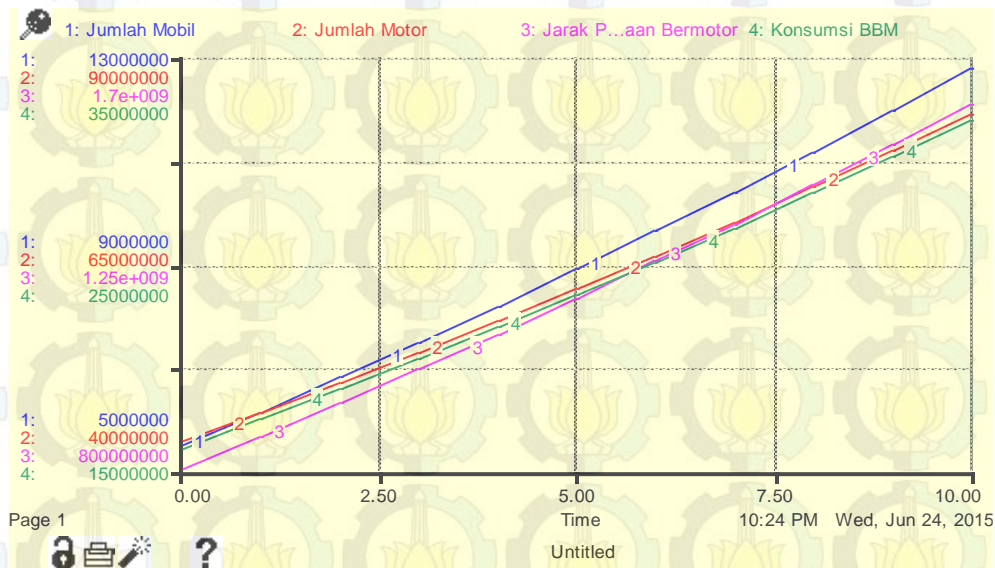
submodel ini mempengaruhi variabel. Berikut ini merupakan hasil dari perkembangan penduduk ditampilkan dalam bentuk grafik.



Gambar 4. 20 Hasil Simulasi Submodel Penduduk

4.5.2 Simulasi Submodel Transportasi

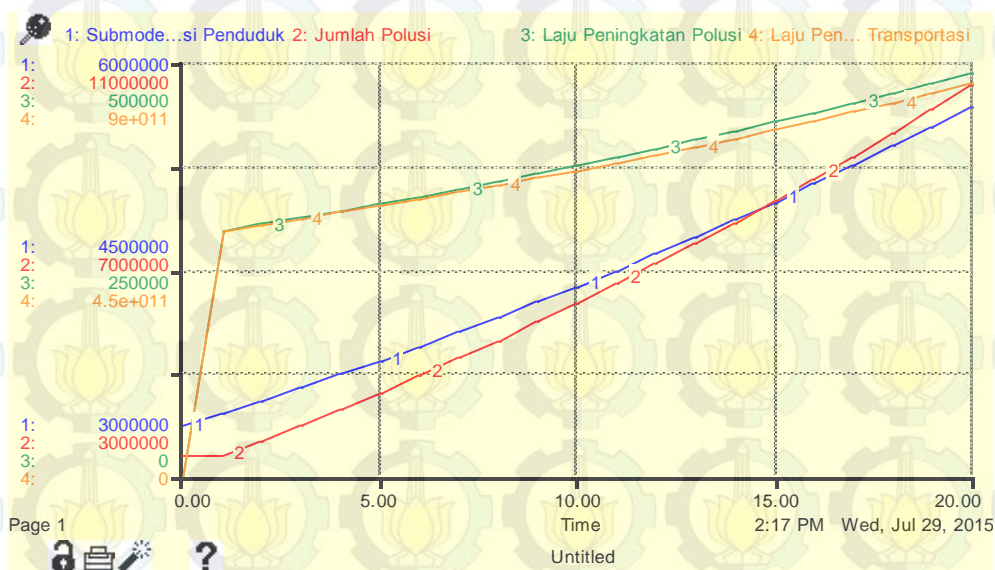
Simulasi submodel transportasi dilakukan untuk mengetahui banyaknya jarak perjalanan dengan kendaraan bermotor yang dipengaruhi oleh perubahan jumlah kendaraan pribadi seperti mobil dan motor yang terus mengalami penambahan jumlah seiring dengan terus bertambahnya jumlah penduduk setiap tahunnya. Selain dipengaruhi oleh jumlah kendaraan, jarak perjalanan dengan kendaraan bermotor juga dipengaruhi oleh adanya investasi terhadap pembangunan proyek SMART yang terdiri dari Boyorail dan Surotrem. Berikut ini merupakan hasil simulasi submodel transportasi.



Gambar 4. 21 Hasil Simulasi Submodel Transportasi

4.5.3 Simulasi Submodel Konsumsi dan Lingkungan

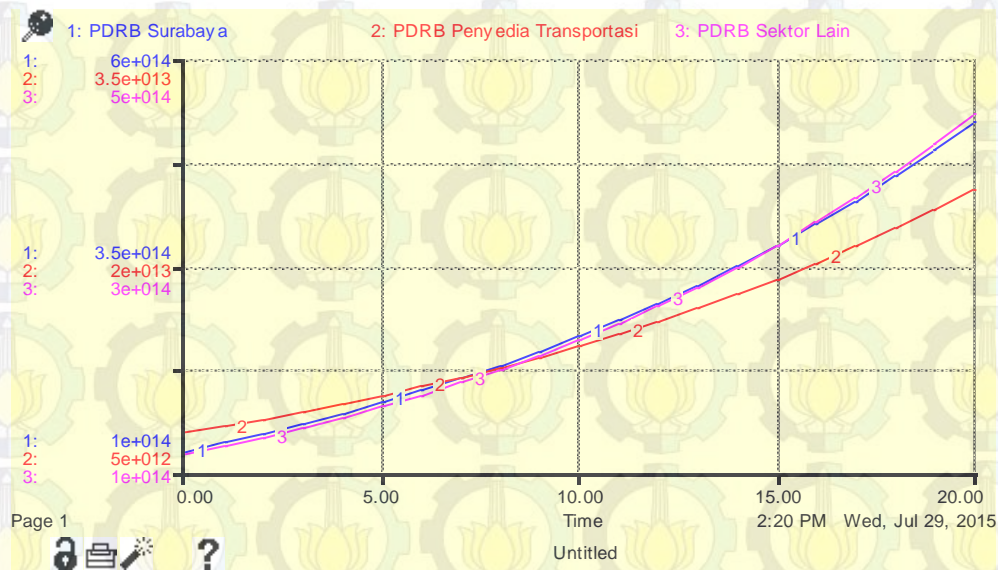
Simulasi pada submodel konsumsi dan lingkungan dibuat untuk mengetahui seberapa konsumtif masyarakat dan juga untuk mengetahui peningkatan jumlah polusi yang terbentuk dengan terus bertambahnya pengguna kendaraan pribadi. Peningkatan jumlah polusi yang diamati merupakan emisi CO₂ yang merupakan penyebab pemanasan global yang menambah tingkat panas Kota Surabaya. Berikut ini merupakan hasil simulasi pada submodel konsumsi dan lingkungan.



Gambar 4. 22 Hasil Simulasi Submodel Konsumsi dan Lingkungan

4.5.4 Simulasi Submodel Ekonomi

Simulasi submodel ekonomi untuk mengetahui perubahan PDRB Surabaya untuk mengetahui perkembangan ekonomi dari surabay setiap tahunnya. Berikut ini merupakan perkembangan PDRB Surabaya setiap tahunnya.



Gambar 4. 23 Hasil Simulasi Submodel Ekonomi

BAB 5

MODEL SKENARIO INVESTASI DAN ANALISIS KEBIJAKAN

Pembahasan model skenario investasi dan analisis kebijakan memiliki 4 skenario utama terkait investasi yang dipengaruhi dengan skala pembangunan dimana dari keempat skenario tersebut bisa dikombinasikan menjadi 16 skenario investasi. Faktor peubah skenario investasi adalah skala konstruksi yang memiliki nilai 0, 0.5, 0.8 dan 1. Skala konstruksi merupakan tingkat keseriusan baik dari pemerintah dan seluruh tim proyek dalam menyelesaikan pembangunan. Sebagai contoh, pembangunan untuk menyelesaikan keseluruhan proyek SMART ini diestimasikan akan memakan waktu selama 10 tahun pembangunan. Dengan nilai skala konstruksi 1, maka pembangunan SMART akan dapat diselesaikan tepat waktu. Apabila skala konstruksi yang digunakan 0.5, maka penyelesaian konstruksi berlangsung pada keseluruhan model simulasi yang akan dijalankan selama 20 tahun. Berikut ini merupakan 4 Skenario utama dalam pembangunan dan investasi SMART.

Tabel 5. 1 Skenario-skenario yang Digunakan

	Skala Konstruksi Surotrem	Skala Konstruksi Boyorail
Skenario 1	0	0
Skenario 2	0.5	0.5
Skenario 3	0.8	0.8
Skenario 4	1	1

Skenario 1 merupakan kondisi eksisting dimana tidak ada investasi yang ditanamkan dalam proyek pengadaan SMART.

5.1 Skenario 1 : Model Eksisting

Model eksisting merupakan model sistem analisis dampak ekonomi investasi proyek smart dimana didalamnya belum dilakukan investasi dan dapat dikatakan memiliki skala konstruksi proyek SMART sebesar 0. Berikut ini merupakan hasil simulasi dari skenario 1 atau model eksisting pada model sistem dinamik analisis dampak ekonomi dari investasi SMART.

Tabel 5. 2 Hasil running simulasi skenario 1

SKENARIO 1	Tahun	PDRB Surabaya	PDRB Transportasi	Travel Distance dg Kendaraan Pribadi (Km)	Travel Time (Menit)	Peningkatan Polusi (Kg CO2)	Perkembangan Ekonomi
	2015	123,566,967,482,776.00	7,809,004,389,808.15	801,811,760.71	2,004,529,402.82	3,358,193.21	0
	2016	132,147,155,067,501.00	8,286,134,558,025.43	872,565,395.39	2,181,413,489.51	3,358,193.21	0.07
	2017	141,323,709,324,659.00	8,792,417,379,520.78	945,206,807.79	2,363,017,020.51	3,654,527.57	0.07
	2018	151,138,116,462,708.00	9,329,634,081,409.50	1,019,786,365.72	2,549,465,915.33	3,958,768.43	0.07
	2019	161,634,750,871,773.00	9,899,674,723,783.62	1,096,355,780.83	2,740,889,453.11	4,271,126.74	0.07
	2020	172,861,076,327,755.00	10,504,544,849,406.80	1,174,968,144.50	2,937,420,362.30	4,591,819.08	0.07
	2021	184,867,861,221,539.00	11,146,372,539,705.50	1,255,677,964.65	3,139,194,912.67	4,921,067.81	0.07
	2022	197,709,408,791,443.00	11,827,415,901,881.50	1,338,541,203.52	3,346,353,009.83	5,259,101.23	0.07
	2023	211,443,803,405,317.00	12,550,071,013,486.50	1,423,615,316.46	3,559,038,292.18	5,606,153.71	0.07
	2024	226,133,174,011,669.00	13,316,880,352,410.50	1,510,959,291.80	3,777,398,230.54	5,962,465.91	0.07
	2025	241,843,975,957,350.00	14,130,541,741,942.80	1,600,633,691.75	4,001,584,230.42	6,328,284.87	0.07
	2026	258,647,292,452,861.00	14,993,917,842,375.50	1,692,700,694.37	4,231,751,736.96	6,703,864.25	0.07
	2027	276,619,157,055,764.00	15,910,046,222,544.70	1,787,224,136.68	4,468,060,342.75	7,089,464.45	0.07
	2028	295,840,898,638,287.00	16,882,150,046,742.10	1,884,269,558.96	4,710,673,898.45	7,485,352.86	0.07
	2029	316,399,510,407,551.00	17,913,649,414,598.10	1,983,904,250.15	4,959,760,626.42	7,891,803.97	0.07
	2030	338,388,044,656,290.00	19,008,173,393,830.00	2,086,197,294.54	5,215,493,237.39	8,309,099.60	0.07
	2031	361,906,035,039,025.00	20,169,572,788,193.00	2,191,219,619.64	5,478,049,050.14	8,737,529.09	0.07
	2032	387,059,948,293,942.00	21,401,933,685,551.60	2,299,044,045.40	5,747,610,114.54	9,177,389.52	0.07
	2033	413,963,667,464,717.00	22,709,591,833,738.80	2,409,745,334.66	6,024,363,337.70	9,628,985.85	0.07
	2034	442,739,008,819,927.00	24,097,147,894,780.30	2,523,400,245.03	6,308,500,613.60	10,092,631.23	0.07
	2035	473,516,274,821,058.00	25,569,483,631,151.40	2,640,087,582.05	6,600,218,956.16	10,568,647.13	0.07
Rata-rata		262,369,039,836,853.00	15,059,445,632,613.60	1,644,662,594.50	4,111,656,487.30	6,521,641.42	0.07

5.2 Skenario 2 : Skala Konstruksi Surotrem (0.5) dan Skala Konstruksi Boyorail (0.5)

Skenario 2 merupakan salah satu kondisi ideal dimana penyelesaian dari pembangunan proyek SMART Bersamaan antara Surotrem dan Boyorail. Dikatakan ideal karena memiliki skala konstruksi yang sama antara pembangunan *trem* dan *monorail*. Hal ini dapat diartikan bahwa pemerintah memiliki ekspektasi yang sama antara Surotrem dan Boyorail. Dengan nilai skala konstruksi sebesar 0.5, maka baik Surotrem dan Boyorail dalam keadaan 100% beroperasi dan waktu penyelesaian konstruksi total memakan waktu selama 20 tahun. Simulasi berlangsung selama 20 tahun, sehingga selama simulasi berlangsung hingga selesai, Surotrem dan Boyorail akan mengalami proses pembangunan dan proses operasi. Dalam simulasi, Surotrem dan Boyorail yang sudah dibangun dapat langsung beroperasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh investasi. Berikut ini merupakan hasil simulasi model skenario 2.

Tabel 5. 3 Hasil Running Simulasi Skenario 2

SKENARIO 2	Tahun	PDRB Surabaya	PDRB Transportasi	Travel Distance dg Kendaraan Pribadi (Km)	Travel Time (Menit)	Peningkatan Polusi (Kg CO2)	Perkembangan Ekonomi
	2015	123,566,967,482,776.00	7,809,004,389,808.15	801,811,760.47	2,004,529,401.18	3,358,193.21	0
	2016	132,059,555,067,611.00	8,198,534,558,135.70	803,908,895.15	2,009,772,237.87	3,358,193.21	0.07
	2017	141,248,333,304,620.00	8,717,041,359,480.98	807,893,807.55	2,019,734,518.87	3,366,976.55	0.07
	2018	151,180,115,208,639.00	9,371,632,827,340.42	813,816,865.48	2,034,542,163.69	3,383,666.38	0.07
	2019	161,904,815,163,773.00	10,169,739,015,783.40	821,729,780.59	2,054,324,451.47	3,408,473.67	0.07
	2020	173,475,657,710,762.00	11,119,126,232,413.70	831,685,644.26	2,079,214,110.66	3,441,614.98	0.07
	2021	185,949,400,613,181.00	12,227,911,931,347.90	843,738,964.41	2,109,347,411.03	3,483,312.69	0.07
	2022	199,386,573,187,913.00	13,504,580,298,351.40	857,945,703.28	2,144,864,258.19	3,533,795.09	0.07
	2023	213,851,730,954,653.00	14,957,998,562,822.00	874,363,316.21	2,185,908,290.54	3,593,296.55	0.07
	2024	229,413,727,732,444.00	16,597,434,073,185.40	893,050,791.56	2,232,626,978.90	3,662,057.73	0.07
	2025	246,146,006,389,642.00	18,432,572,174,235.50	914,068,691.51	2,285,171,728.78	3,740,325.66	0.07
	2026	264,126,909,537,533.00	20,473,534,927,047.80	937,479,194.13	2,343,697,985.32	3,828,354.02	0.07
	2027	283,440,011,547,514.00	22,730,900,714,294.40	963,346,136.44	2,408,365,341.11	3,926,403.20	0.07
	2028	304,174,473,367,673.00	25,215,724,776,128.50	991,735,058.72	2,479,337,646.81	4,034,740.59	0.07
	2029	326,425,421,717,221.00	27,939,560,724,268.00	1,022,713,249.91	2,556,783,124.78	4,153,640.67	0.07
	2030	350,294,354,346,980.00	30,914,483,084,519.80	1,056,349,794.30	2,640,874,485.75	4,283,385.28	0.07
	2031	375,889,573,171,574.00	34,153,110,920,742.20	1,092,715,619.40	2,731,789,048.50	4,424,263.75	0.07
	2032	403,326,647,204,551.00	37,668,632,596,161.00	1,131,883,545.16	2,829,708,862.90	4,576,573.15	0.07
	2033	432,728,907,362,017.00	41,474,831,731,039.30	1,173,928,334.42	2,934,820,836.06	4,740,618.46	0.07
	2034	464,227,975,344,109.00	45,586,114,418,962.50	1,218,926,744.78	3,047,316,861.96	4,916,712.82	0.07
	2035	497,964,328,958,145.00	50,017,537,768,238.20	1,266,957,582.47	3,167,393,956.17	5,105,177.70	0.07
Rata-rata		269,561,023,113,016.00	22,251,428,908,776.50	958,097,594.30	2,395,243,985.74	3,919,989.30	0.07

5.3 Skenario 3 : Skala Konstruksi Surotrem (0.8) dan Skala Konstruksi Boyorail (0.8)

Skenario 3 merupakan salah satu kondisi ideal juga dimana penyelesaian dari pembangunan proyek SMART Bersamaan antara Surotrem dan Boyorail. Dikatakan ideal karena memiliki skala konstruksi yang sama antara pembangunan *trem* dan *monorail*. Hal ini dapat diartikan bahwa pemerintah memiliki ekspektasi yang sama antara Surotrem dan Boyorail. Dengan nilai skala konstruksi sebesar 0.8, maka baik Surotrem dan Boyorail dalam keadaan 100% beroperasi dan waktu penyelesaian konstruksi total memakan waktu selama 15 tahun. Dengan waktu simulasi selama 20 tahun, maka Surotrem dan Boyorail mengalami 2 fase dimana fase pertama mengalami proses pembangunan dan proses operasi yang berlangsung pada 15 tahun pertama. Sedangkan fase kedua merupakan fase dimana Surotrem dan Boyorail sudah beroperasi seluruhnya yang berlangsung pada 5 tahun terakhir. Berikut ini merupakan hasil simulasi skenario 3.

Tabel 5. 4 Hasil running Simulasi Skenario 3

SKENARIO 3	Tahun	PDRB Surabaya	PDRB Transportasi	Travel Distance dg Kendaraan Pribadi (Km)	Travel Time (Menit)	Peningkatan Polusi (Kg CO2)	Perkembangan Ekonomi
	2015	123,566,967,482,776.00	7,809,004,389,808.15	801,811,760.47	2,004,529,401.18	3,358,193.21	0.00
	2016	132,006,995,067,611.00	8,145,974,558,135.70	762,714,995.15	1,906,787,487.87	3,358,193.21	0.07
	2017	141,203,107,691,979.00	8,671,815,746,840.49	725,506,007.55	1,813,765,018.87	3,194,445.93	0.07
	2018	151,205,314,455,016.00	9,396,832,073,717.24	690,235,165.48	1,725,587,913.69	3,038,605.15	0.07
	2019	162,066,853,737,211.00	10,331,777,589,221.30	656,954,180.59	1,642,385,451.47	2,890,881.83	0.07
	2020	173,844,406,538,209.00	11,487,875,059,860.20	625,716,144.26	1,564,290,360.66	2,751,492.53	0.07
	2021	186,598,324,245,197.00	12,876,835,563,364.20	596,575,564.41	1,491,438,911.03	2,620,659.62	0.07
	2022	200,392,871,822,198.00	14,510,878,932,636.20	569,588,403.28	1,423,971,008.19	2,498,611.41	0.07
	2023	215,296,487,480,012.00	16,402,755,088,181.60	544,812,116.21	1,362,030,290.54	2,385,582.26	0.07
	2024	231,382,059,960,005.00	18,565,766,300,746.70	522,305,691.56	1,305,764,228.90	2,281,812.81	0.07
	2025	248,727,224,643,435.00	21,013,790,428,028.00	502,129,691.51	1,255,324,228.78	2,187,550.14	0.07
	2026	267,414,679,782,056.00	23,761,305,171,570.30	484,346,294.13	1,210,865,735.32	2,103,047.88	0.08
	2027	287,532,524,235,567.00	26,823,413,402,347.20	469,019,336.44	1,172,548,341.11	2,028,566.45	0.08
	2028	309,244,698,198,356.00	30,285,949,606,811.20	511,139,559.38	1,277,848,898.45	1,964,373.22	0.08
	2029	332,541,673,935,351.00	34,055,812,942,398.40	610,774,250.57	1,526,935,626.42	2,140,783.51	0.08
	2030	357,341,634,440,844.00	37,961,763,178,384.50	713,067,294.96	1,782,668,237.39	2,558,079.14	0.07
	2031	383,746,062,744,290.00	42,009,600,493,458.20	818,089,620.06	2,045,224,050.15	2,986,508.64	0.07
	2032	411,863,426,970,080.00	46,205,412,361,690.00	925,914,045.82	2,314,785,114.54	3,426,369.06	0.07
	2033	441,809,664,947,082.00	50,555,589,316,104.20	1,036,615,335.08	2,591,538,337.70	3,877,965.40	0.07
	2034	473,708,702,552,788.00	55,066,841,627,641.60	1,150,270,245.44	2,875,675,613.60	4,341,610.78	0.07
	2035	507,693,008,144,075.00	59,746,216,954,168.20	1,266,957,582.47	3,167,393,956.17	4,817,626.68	0.07
Rata-rata		273,294,604,241,626.00	25,985,010,037,386.40	713,549,680.23	1,783,874,200.57	2,895,759.95	0.07

5.4 Skenario 4 : Skala Konstruksi Surotrem (1) dan Skala Konstruksi Boyorail (1)

Skenario 4 merupakan salah satu kondisi ideal juga dimana penyelesaian dari pembangunan proyek SMART Bersamaan antara Surotrem dan Boyorail. Dikatakan ideal karena memiliki skala konstruksi yang sama antara pembangunan *trem* dan *monorail*. Hal ini dapat diartikan bahwa pemerintah memiliki ekspektasi yang sama antara Surotrem dan Boyorail. Dengan nilai skala konstruksi sebesar 1, maka baik Surotrem dan Boyorail dalam keadaan 100% beroperasi dan waktu penyelesaian konstruksi total memakan waktu selama 10 tahun. Dengan waktu simulasi selama 20 tahun, maka Surotrem dan Boyorail mengalami 2 fase dimana fase pertama mengalami proses pembangunan dan proses operasi yang berlangsung pada 10 tahun pertama. Sedangkan fase kedua merupakan fase dimana Surotrem dan Boyorail sudah beroperasi seluruhnya yang berlangsung pada 10 tahun terakhir. Berikut ini merupakan hasil simulasi skenario 4.

Tabel 5. 5 Hasil Running Simulasi Skenario 4

SKENARIO 4	Tahun	PDRB Surabaya	PDRB Transportasi	Travel Distance dg Kendaraan Pribadi (Km)	Travel Time (Menit)	Peningkatan Polusi (Kg CO2)	Perkembangan Ekonomi
	2015	123,566,967,482,776.00	7,809,004,389,808.15	801,811,760.47	2,004,529,401.18	3,358,193.21	0
	2016	131,971,955,067,611.00	8,110,934,558,135.70	735,252,395.15	1,838,130,987.87	3,358,193.21	0.07
	2017	141,172,957,283,552.00	8,641,665,338,413.50	670,580,807.55	1,676,452,018.87	3,079,425.52	0.07
	2018	151,222,113,952,600.00	9,413,631,571,301.79	607,847,365.48	1,519,618,413.69	2,808,564.34	0.07
	2019	162,174,879,452,836.00	10,439,803,304,846.60	547,103,780.59	1,367,759,451.47	2,545,820.60	0.07
	2020	174,090,239,089,840.00	11,733,707,611,491.20	488,403,144.26	1,221,007,860.66	2,291,410.89	0.07
	2021	187,030,939,999,875.00	13,309,451,318,041.70	431,799,964.41	1,079,499,911.03	2,045,557.58	0.07
	2022	201,063,737,578,387.00	15,181,744,688,826.00	377,350,203.28	943,375,508.19	1,808,488.95	0.08
	2023	216,259,658,496,919.00	17,365,926,105,087.90	325,111,316.21	812,778,290.54	1,580,439.39	0.08
	2024	232,694,281,445,046.00	19,877,987,785,787.50	275,142,291.56	687,855,728.90	1,361,649.54	0.08
	2025	250,448,036,813,413.00	22,734,602,598,006.30	227,503,692.17	568,759,230.42	1,152,366.45	0.08
	2026	269,781,726,611,358.00	26,128,352,000,872.60	319,570,694.79	798,926,736.97	952,843.79	0.08
	2027	290,351,477,406,777.00	29,642,366,573,557.60	414,094,137.10	1,035,235,342.75	1,338,444.00	0.08
	2028	312,240,419,383,318.00	33,281,670,791,773.50	511,139,559.38	1,277,848,898.45	1,734,332.41	0.08
	2029	335,537,395,120,314.00	37,051,534,127,360.60	610,774,250.57	1,526,935,626.42	2,140,783.51	0.07
	2030	360,337,355,625,807.00	40,957,484,363,346.80	713,067,294.96	1,782,668,237.39	2,558,079.14	0.07
	2031	386,741,783,929,253.00	45,005,321,678,420.50	818,089,620.06	2,045,224,050.15	2,986,508.64	0.07
	2032	414,859,148,155,043.00	49,201,133,546,652.20	925,914,045.82	2,314,785,114.54	3,426,369.06	0.07
	2033	444,805,386,132,044.00	53,551,310,501,066.50	1,036,615,335.08	2,591,538,337.70	3,877,965.40	0.07
	2034	476,704,423,737,750.00	58,062,562,812,603.90	1,150,270,245.44	2,875,675,613.60	4,341,610.78	0.07
	2035	510,688,729,329,037.00	62,741,938,139,130.40	1,266,957,582.47	3,167,393,956.17	4,817,626.68	0.07
Rata-rata		274,940,172,004,455.00	27,630,577,800,215.80	631,161,880.32	1,577,904,700.81	2,550,698.72	0.07

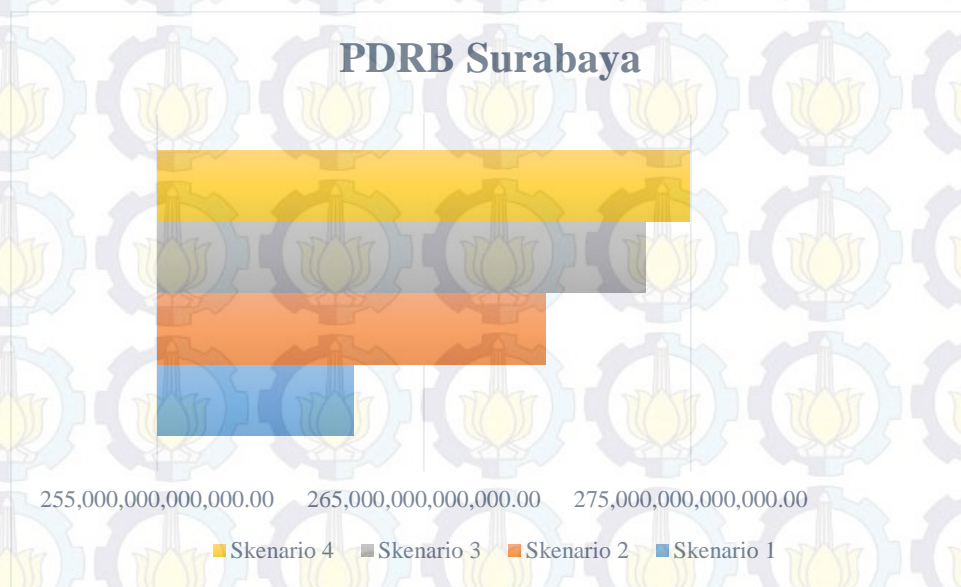
5.5 Perbandingan 4 Skenario Utama

Berdasarkan simulasi-simulasi yang telah dilakukan pada skenario 1 hingga skenario 4, maka didapatkan *output* yang akan dijadikan pembanding untuk masing-masing skenario yaitu PDRB Surabaya, PDRB Transportasi, *Travel Distance*, *Travel Time* dan Jumlah Polusi. Berikut ini merupakan nilai *output* yang dihasilkan untuk masing-masing skenario.

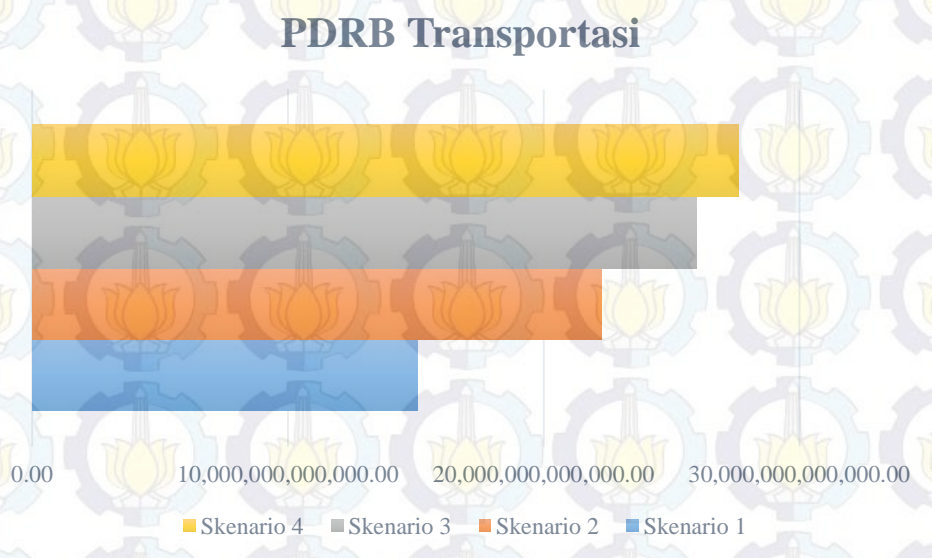
Tabel 5. 6 Hasil Simulasi 4 Skenario

SKENARIO	PDRB Surabaya	PDRB Transportasi	Travel Distance Kendaraan (Km)	Travel Time (Menit)	Penipkatan Polusi (Kg CO2)	Perkembangan Ekonomi
Skenario 1	262,369,039,836,853.00	15,059,445,632,613.60	1,644,662,594.50	4,111,656,487.30	6,521,641.42	0.07
Skenario 2	269,561,023,113,016.00	22,251,428,908,776.50	958,097,594.30	2,395,243,985.74	3,919,989.30	0.07
Skenario 3	273,294,604,241,626.00	25,985,010,037,386.40	713,549,680.23	1,783,874,200.57	2,895,759.95	0.07
Skenario 4	274,940,172,004,455.00	27,630,577,800,215.80	631,161,880.32	1,577,904,700.81	2,550,698.72	0.07

Berikut ini merupakan hasil simulasi ditampilkan dalam bentuk grafik untuk masing-masing *output*.



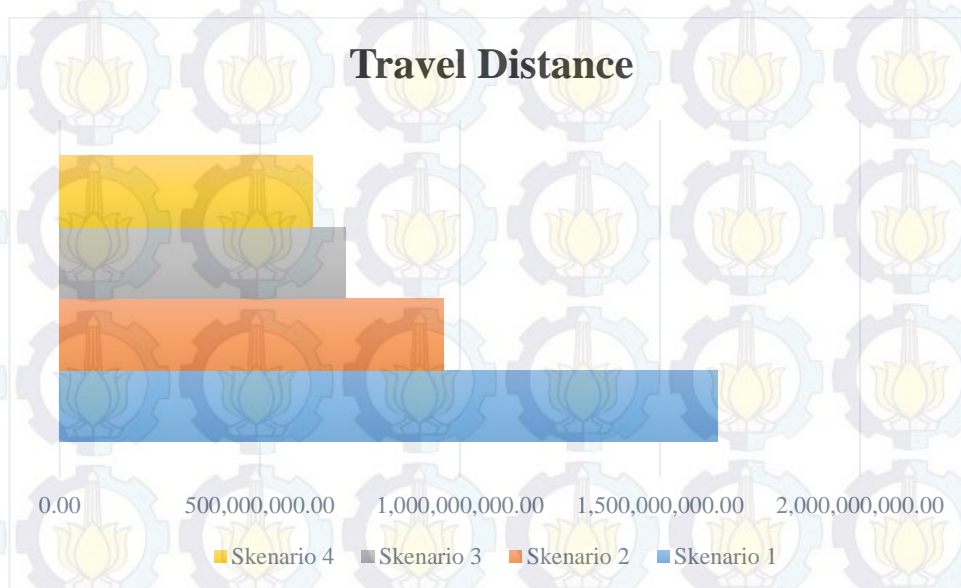
Gambar 5. 1 Perbandingan PDRB Surabaya Hasil Simulasi 4 Skenario



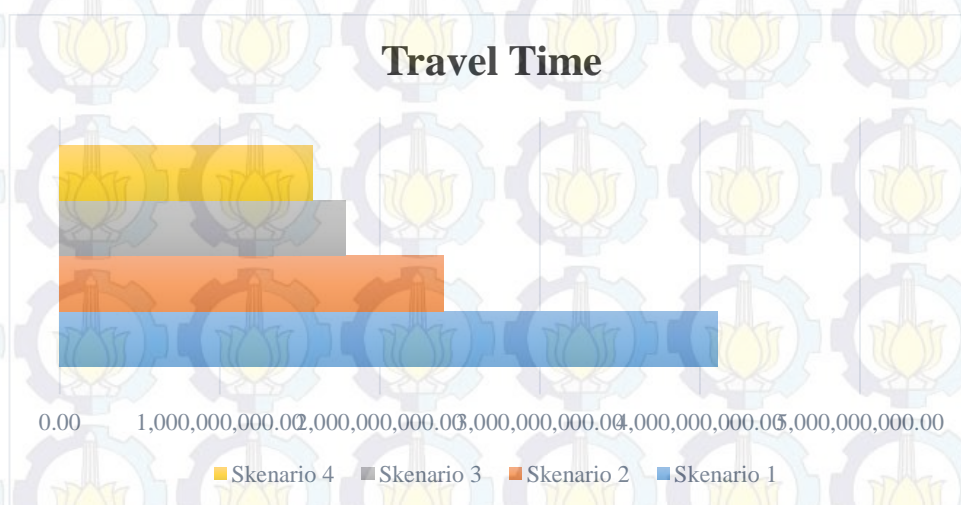
Gambar 5. 2 Perbandingan PDRB Transportasi Hasil Simulasi 4 Skenario

Berdasarkan simulasi dari 4 skenario tersebut, dilakukannya penanaman investasi untuk membangun proyek SMART akan menguntungkan. Hal ini dapat dilihat karena terjadi peningkatan PDRB untuk keseluruhan skenario apabila dibandingkan dengan model eksisting. Dengan dikakukannya investasi SMART ini, maka peningkatan PDRB transportasi meningkat sangat pesat. Apabila dibandingkan skenario pertama dan skenario kedua, perubahan PDRB hampir

mengalami peningkatan sebanyak dua kali lipat apabila dilakukannya investasi SMART. Jadi, penanaman investasi akan menambah PDRB Surabaya. Skenario empat memiliki rata-rata pertumbuhan terbesar dikarenakan realisasi dari penyelesaian proyek SMART lebih dahulu terselesaikan apabila dibandingkan dengan skenario tiga dan skenario dua. Akan tetapi, biaya investasi per tahunnya untuk skenario dua lebih murah apabila dibandingkan dengan skenario tiga dan skenario empat. Jadi, jumlah investasi yang dikeluarkan per tahunnya berbanding lurus dengan besarnya pertumbuhan PDRB dari sector transportasi.

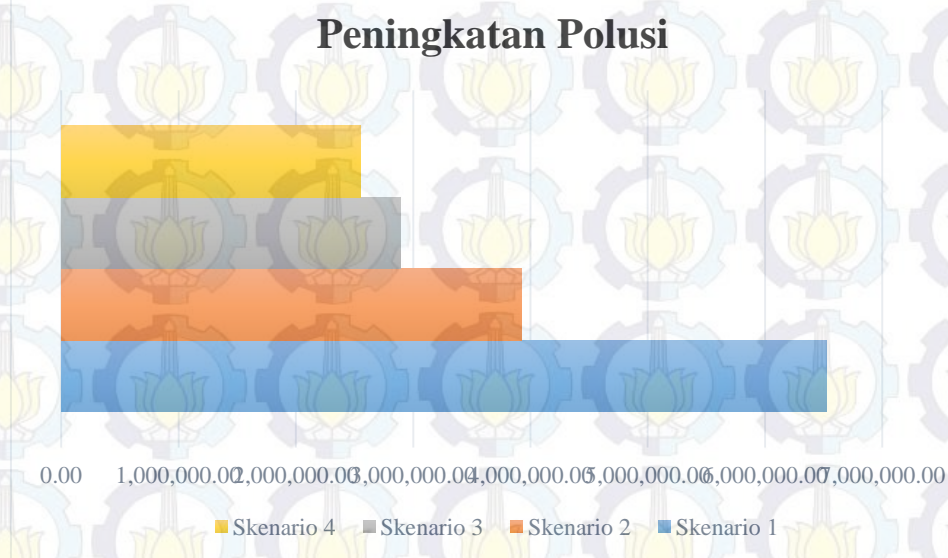


Gambar 5. 3 Perbandingan travel distance Hasil Simulasi 4 Skenario



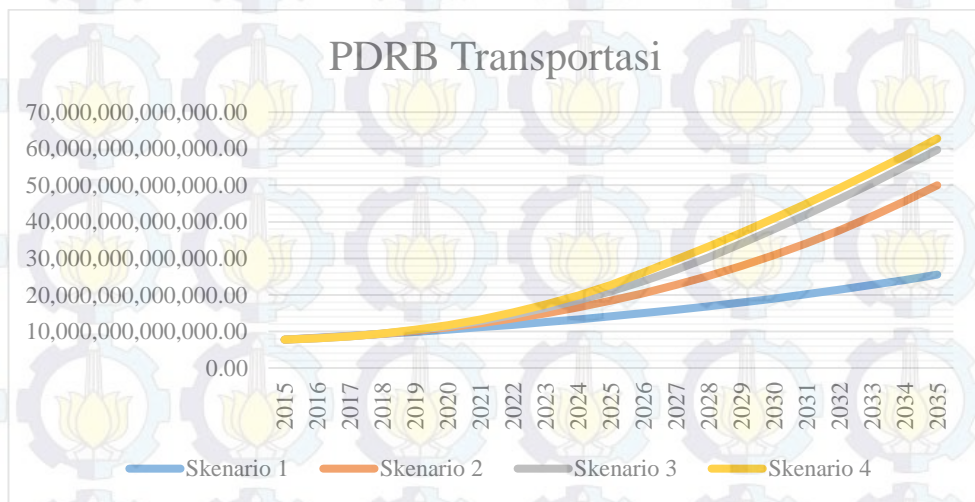
Gambar 5. 4 Perbandingan Travel Time Hasil Simulasi 4 Skenario

Penambahan sarana transportasi yang bagus akan menarik perhatian orang untuk merasakannya. Sama dengan Surotrem dan Boyorail. Investasi terhadap *urban transit* memiliki daya tarik tersendiri. Skenario 4 lebih banyak mengurangi *travel distance* dan *travel time* dikarenakan fasilitas *urban transit* sudah terselesaikan terlebih dahulu dibandingkan dengan skenario 2 dan skenario 3. *Gain benefit* dari skenario untuk pengurangan kemacetan yang ada di Surabaya tinggi. Hal ini disebabkan *travel time* pada skenario 4 ini memiliki nilai lama waktu pengendaraan paling sedikit. Dengan penurunan jarak penggunaan kendaraan pribadi, maka hasil tersebut akan berpengaruh terhadap perubahan tingkat polusi. Apabila dilihat pada Gambar 3.5, penurunan polusi bisa terjadi hingga hampir tiga kali lipat penurunan polusi apabila dibandingkan antara skenario empat dan skenario satu yang merupakan skenario eksisting.

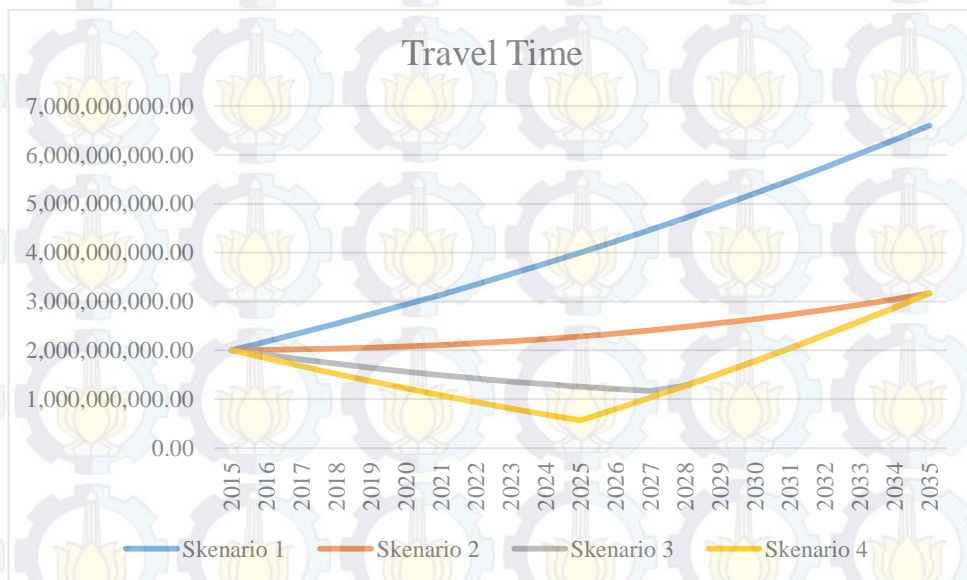


Gambar 5. 5 Perbandingan Peningkatan Polusi Hasil Simulasi 4 Skenario

Berikut ini merupakan perubahan pada PDRB transportasi dan *travel time* yang disebabkan dengan skala konstruksi.



Gambar 5. 6 Efek skala konstruksi pada PDRB Transportasi



Gambar 5. 7 Efek Skala Konstruksi pada Travel Time

5.6 Kombinasi Skenario dan Perbandingannya

Pada bagian ini akan ditampilkan pengembangan-pengembangan dari keempat skenario sebelumnya dengan melakukan persilangan antar skala konstruksinya. Dengan kata lain, pemerintah lebih terfokus terhadap pembangunan proyek yang memiliki nilai skala konstruksi lebih tinggi. Tingginya nilai skala konstruksi akan mempengaruhi waktu penyelesaian pembangunan proyek sehingga

proyek tersebut bias beroperasi dalam kondisi 100%. Berikut ini merupakan persilangan skala konstruksi dalam menentukan alternative-alternatif skenario.

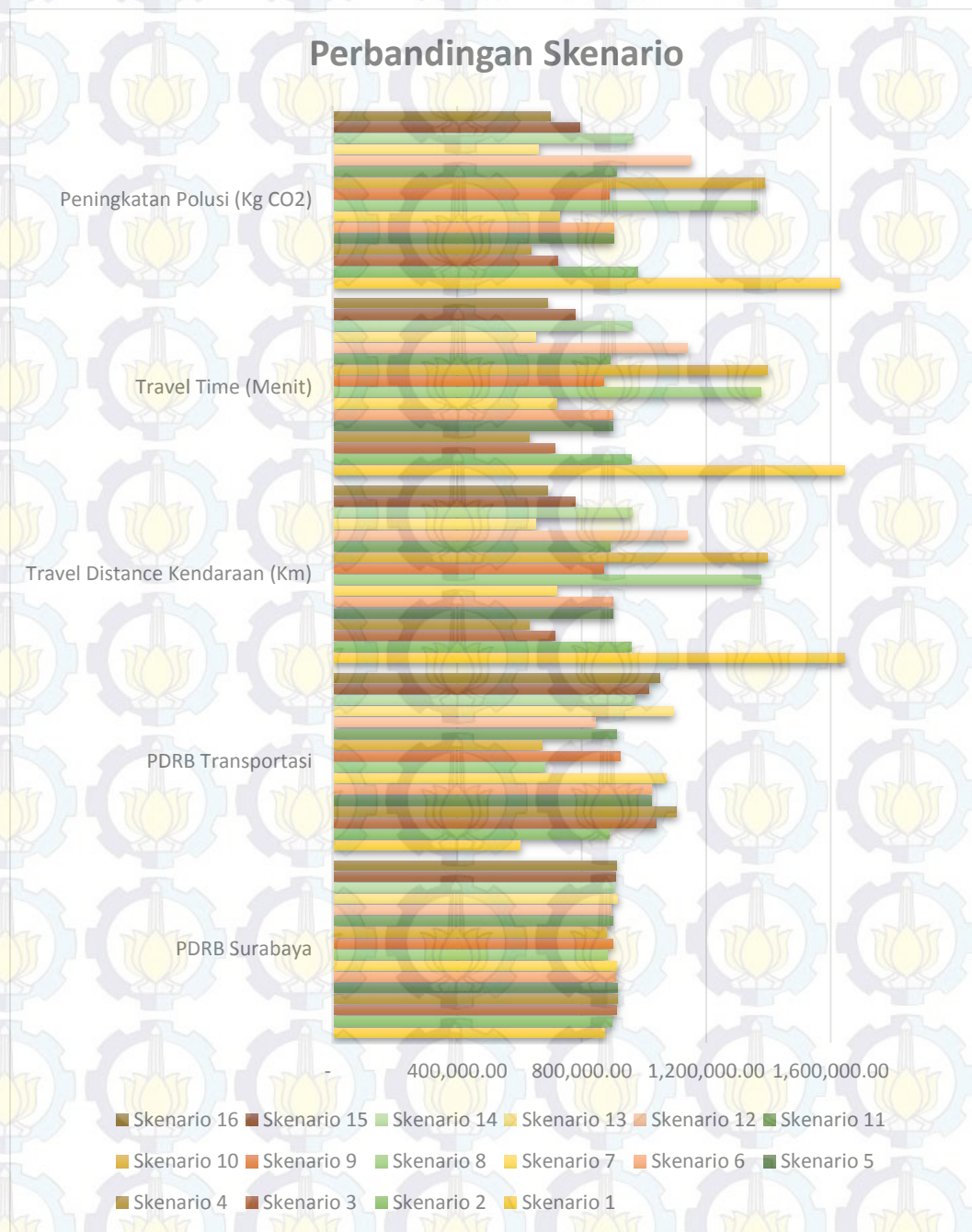
Tabel 5. 7 Kombinasi Skenario dengan Persilangan Skala Konstruksi

SKENARIO	Skala Konstruksi							
	Surotrem				Boyorail			
	0	0.5	0.8	1	0	0.5	0.8	1
Skenario 1	v				v			
Skenario 2		v				v		
Skenario 3			v				v	
Skenario 4				v				v
Skenario 5	v							v
Skenario 6		v			v			
Skenario 7		v						v
Skenario 8				v	v			
Skenario 9				v		v		
Skenario 10			v		v			
Skenario 11			v			v		
Skenario 12	v					v		
Skenario 13			v					v
Skenario 14	v						v	
Skenario 15		v					v	
Skenario 16				v			v	

Berdasarkan kombnasi yang dilakukan, terbentuklah 16 skenario keseluruhan apabila disatukan dengan skenario sebelumnya. Berikut ini merupakan hasil simulasi dari 16 skenario tersebut.

Tabel 5. 8 Hasil Akhir Simulasi Seluruh Skenario

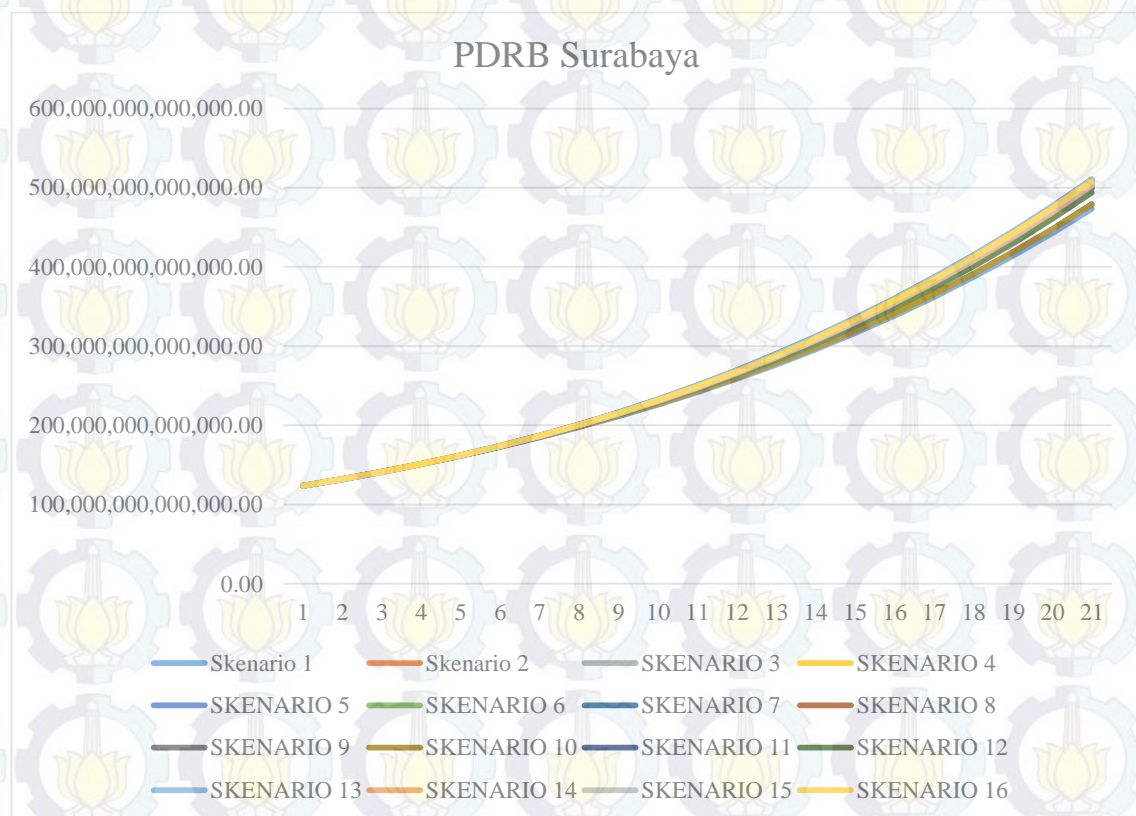
SKENARIO	PDRB Surabaya	PDRB Transportasi	Travel Distance Kendaraan (Km)	Travel Time (Menit)	Peningkatan Polusi (Kg CO2)	Perkembangan Ekonomi
Skenario 1	262,369,039,836,853.00	15,059,445,632,613.60	1,644,662,594.50	4,111,656,487.30	6,521,641.42	0.07
Skenario 2	269,561,023,113,016.00	22,251,428,908,776.50	958,097,594.30	2,395,243,985.74	3,919,989.30	0.07
Skenario 3	273,294,604,241,626.00	25,985,010,037,386.40	713,549,680.23	1,783,874,200.57	2,895,759.95	0.07
Skenario 4	274,940,172,004,455.00	27,630,577,800,215.80	631,161,880.32	1,577,904,700.81	2,550,698.72	0.07
Skenario 5	274,940,172,004,455.00	25,637,363,520,206.00	901,105,451.64	2,252,763,629.09	3,608,350.12	0.07
Skenario 6	272,946,957,724,445.00	25,637,363,520,206.00	901,105,451.64	2,252,763,629.09	3,608,350.12	0.07
Skenario 7	274,097,599,621,906.00	26,788,005,417,667.00	718,240,451.65	1,795,601,129.12	2,915,406.10	0.07
Skenario 8	264,362,254,126,761.00	17,052,659,922,522.00	1,374,719,022.95	3,436,797,557.38	5,463,990.01	0.07
Skenario 9	270,403,595,495,564.00	23,094,001,291,325.20	871,019,022.97	2,177,547,557.43	3,555,281.92	0.07
Skenario 10	264,106,201,675,182.00	16,796,607,470,943.20	1,396,662,822.92	3,491,657,057.30	5,555,896.27	0.07
Skenario 11	270,147,543,043,986.00	22,837,948,839,746.50	892,962,822.94	2,232,407,057.35	3,647,188.18	0.07
Skenario 12	268,410,381,215,555.00	21,100,787,011,315.40	1,140,962,594.28	2,852,406,485.71	4,612,933.33	0.07
Skenario 13	274,684,119,552,876.00	27,374,525,348,637.00	653,105,680.29	1,632,764,200.73	2,642,604.98	0.07
Skenario 14	271,557,442,413,195.00	24,247,848,208,955.30	961,549,451.57	2,403,873,628.94	3,861,505.09	0.07
Skenario 15	272,708,084,310,656.00	25,398,490,106,416.40	778,684,451.58	1,946,711,128.96	3,168,561.07	0.07
Skenario 16	273,550,656,693,204.00	26,241,062,488,965.10	691,605,880.26	1,729,014,700.65	2,803,853.69	0.07
Terbaik	274,940,172,004,455.00	27,630,577,800,215.80	631,161,880.32	1,577,904,700.81	2,550,698.72	0.07
	S4/S5	S4	S4	S4	S4	



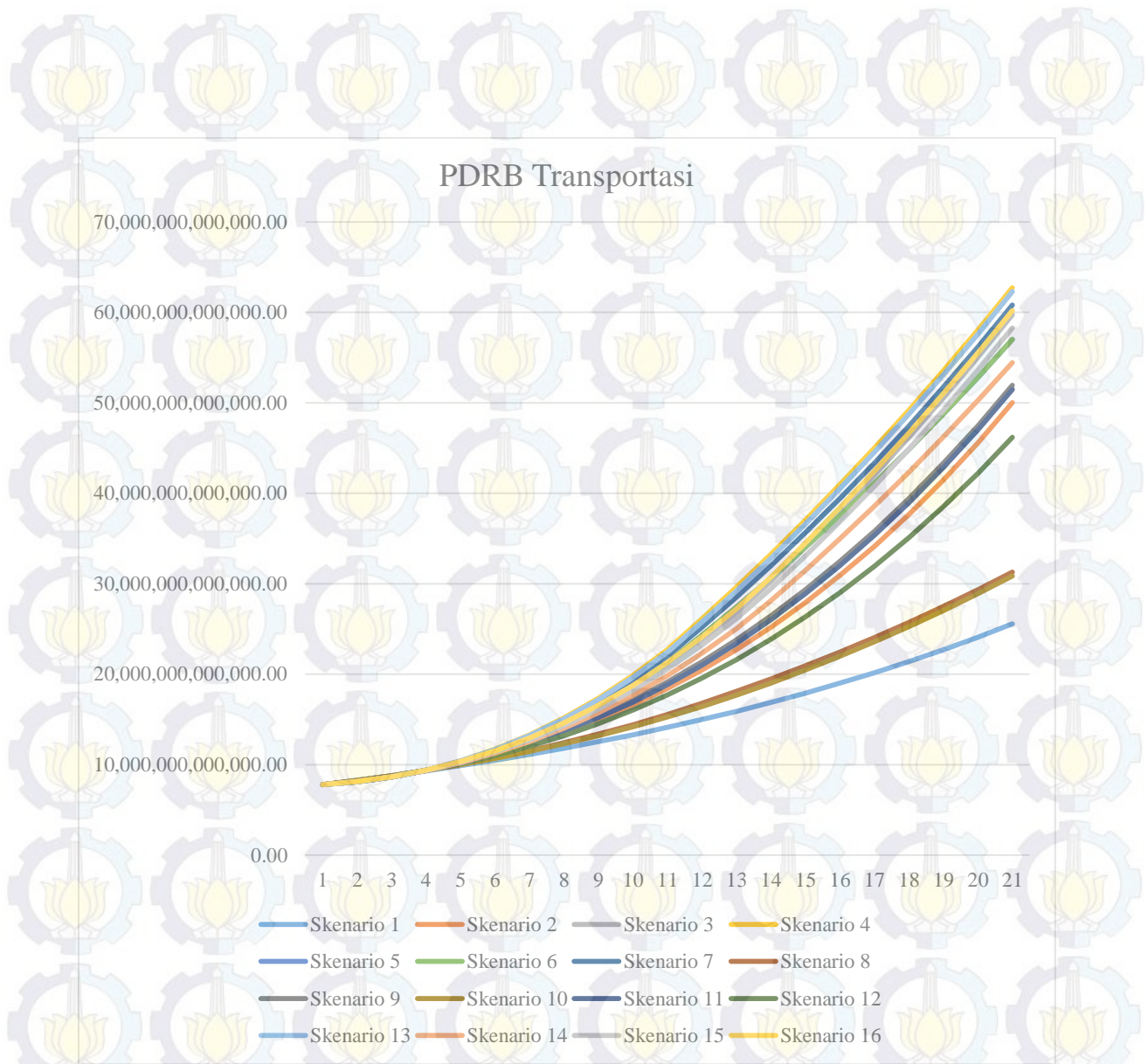
Gambar 5. 8 Grafik Perbandingan output Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil simulasi, setiap skenario memiliki keunggulan tersendiri. Hasil dari seluruh skenario menunjukkan bahwa tidak ada skenario yang mendominasi dari seluruh skenario. Oleh karena itu, pengambilan keputusan akan menggunakan skenario seperti apa harus bergantung dengan tujuan apa yang ingin didapatkan. Apabila pembangunan dilakukan untuk mengurangi kemacetan, maka

Apabila Tujuan utama untuk menurunkan kadar emisi polusi udara, maka skenario empat dan skenario tiga belas lebih memiliki pengaruh yang besar terhadap pengurangan polusi yang ditimbulkan dari penggunaan kendaraan pribadi. Hal ini dilihat dari nilai polusi yang ditimbulkan lebih kecil dibandingkan dengan skenario lain. Masing-masing skenario memiliki dampak tersendiri apabila diimplementasikan. Berikut inimerupakan perbandingan dari 16 skenario tersebut dalam bentuk kurva unutm PDRB Surabaya dan *travel time*.

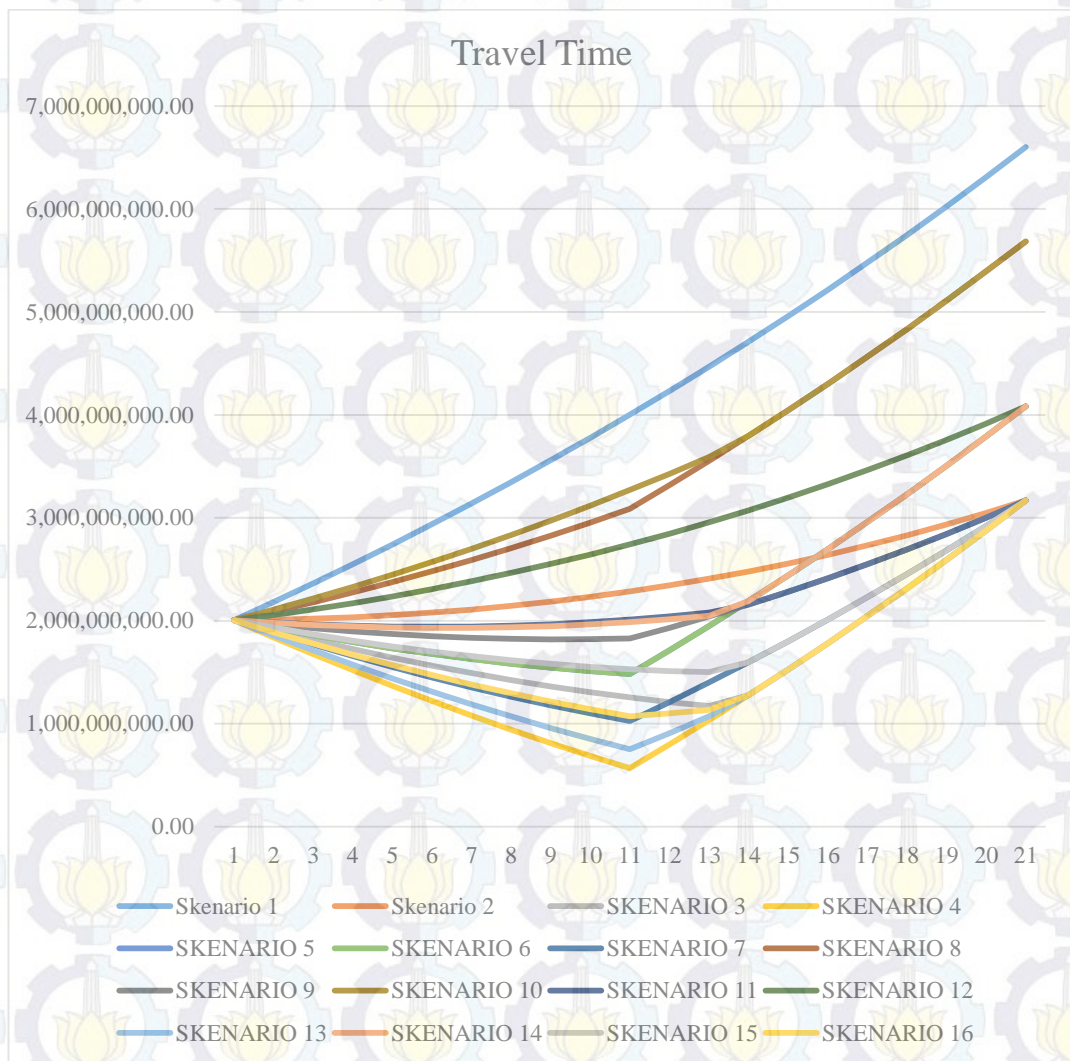


Gambar 5. 9 Hasil perbandingan 16 skenario dari PDRB



Gambar 5. 10 Hasil Perbandingan 16 Skenario dari PDRB Transportasi

Berdasarkan gambar 5.10, dapat dilihat dengan jelas bahwa dengan adanya investasi SMART akan menambah pertambahan PRDB Surabaya. Dapat dilihat bahwa skenario 1 atau kondisi eksisting selalu berada dibawah skenario lainnya. Jadi, keputusan jenis investasi seperti apapun yang akan dilakukan pemerintah akan meningkatkan nilai PDRB Surabaya. Hal ini dikarenakan Surabaya mendapatkan pemasukan baru dari adanya proyek ini. Dibandingkan dengan seluruh skenario, skenario 12 merupakan skenario yang memiliki peningkatan lebih lama dan lebih banyak apabila dibandingkan skenario lain. Dengan kata lain, perkembangan ekonomi di Surabaya akan lebih meningkat apabila skenario 12 dilakukan.



Gambar 5. 11 Grafik perbandingan travel time dari hasil 16 simulasi

Berdasarkan grafik 5.11, skenario 4 memiliki dominasi dalam menurunkan kemacetan dalam investasi SMART apabila dibandingkan dengan skenario-skenario lainnya. Dengan kata lain, skenario 4 merupakan skenario yang memiliki peran paling baik dalam menurunkan kemacetan apabila dibandingkan dengan skenario-skenario lainnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab 6 akan dijabarkan mengenai kesimpulan hasil dari penelitian dan juga saran yang telah dibuat. Berikut ini merupakan kesimpulan dan saran penelitian.

6.1 Kesimpulan

Berikut ini merupakan kesimpulan yang dibuat berdasarkan hasil simulasi yang didapatkan pada bab 4 dan 5.

1. Keputusan dalam investasi pada pembangunan proyek SMART memiliki dampak yang positif terhadap dampak aspek ekonomi regional Surabaya. Apabila dilihat dari perbedaan antara dilakukannya investasi atau tidak, hasil simulasi dengan melakukan investasi pada proyek SMART memiliki nilai PDRB yang lebih tinggi dibandingkan dengan tidak melakukan investasi. Investasi dapat mengakibatkan pertumbuhan PDRB transportasi Surabaya meningkat hingga dua kali lipatnya.
2. Simulasi dengan bantuan *software* Stella dijalankan dengan *time frame* selama 20 tahun yang dimulai pada tahun 2015 hingga 2025. Pada masa simulasi, investasi memiliki pengaruh terhadap peningkatan ekonomi seperti yang telah disebutkan dan juga pengurangan nilai kemacetan yang didekati dengan *travel time* serta penurunan terhadap emisi polusi.
3. Berdasarkan model simulasi, ditetapkan total 16 pilihan skenario yang dapat dijadikan pertimbangan dalam penanaman investasi dengan faktor peubah berupa skala konstruksi yang menentukan jumlah investasi yang dikeluarkan untuk setiap tahunnya dalam masa pembangunan.
4. Hasil dari masing-masing skenario menunjukkan dampaknya terhadap perkembangan ekonomi regional sehingga pemerintah dapat memilih harus melakukan investasi dengan melakukan skala prioritas terlebih

dahulu. Berdasarkan tujuan dari dibangunnya SMART, maka kondisi hasil skenario 4 dipilih untuk mengurangi jumlah kemacetan dan) memiliki dampak paling besar terhadap peningkatan ekonomi dimana konstruksi proyek SMART diselesaikan selama 20 tahun untuk Surotrem dan Boyorail.

6.2 Saran

Berikut ini merupakan saran dari dilakukannya penelitian terhadap analisis dampak investasi pada proyek SMART:

1. Pemodelan berfokus pada pengkajian dampak ekonomi secara makro sehingga masih banyak bentuk model dalam analisis dampak penanaman investasi, sehingga masih ada pengembangan model lain dengan kebijakan yang berbeda seperti analisis kebutuhan tenaga kerja.
2. Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam dalam dampak analisis lingkungan. Karena tujuan pembangunan proyek SMART selain untuk mengurangi kemacetan dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi Surabaya, pembangunan SMART diharapkan dapat menurunkan kadar polusi zat-zat lainnya akibat pembakaran bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Lingkungan Hidup, 2011. *Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Surabaya 2011*, Surabaya: BLH.
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2014. *Banyaknya Penduduk Menurut Jenis Kelamin Per Kecamatan Hasil Registrasi, 2014*. [Online]
[Diakses 3 April 2015].
- Badan Pusat Statistik Surabaya, 2011. *Surabaya Dalam Angka 2011*, Surabaya: BPS.
- Badan Pusat Statistik Surabaya, 2014. *Penduduk Berumur 15 Tahun ke Atas yang Bekerja Selama Seminggu yang Lalu Menurut Kabupaten/Kota*, Surabaya: BPS.
- Badan Pusat Statistik Surabaya, 2014. *Surabaya Dalam Angka 2014*, Surabaya: BPS.
- Barlas, Y., 1994. System Dynamics: Methodological and Technical Issues. *Model Validation in System Dynamics*, p. 8.
- Courtenay, P., 2004. *What is A Tram*. [Online]
Available at: <http://www.thetrans.co.uk/whatisatram.php>
[Diakses 3 April 2015].
- Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2012.
- Jawa Pos, 2014. *Kendaraan di Surabaya Tambah 17 Ribu Lebih Sebulan*. [Online]
Available at: <http://www.jawapos.com/baca/artikel/9796/kendaraan-di-surabaya-tambah-17-ribu-lebih-sebulan>
[Diakses 25 Maret 2015].
- Jin, W., Xu, L. & Yang, Z., 2009. Modeling a policy making framework for urban sustainability: Incorporating system. *Ecological Economics*, pp. 2938-2949.
- Litman, T., 2010. *Evaluating Transportation Economic Development Impacts*, Victoria: Victoria Transport Policy Institute,

Pemerintah Kota Surabaya, 2011. *Sejarah Kota*. [Online]
Available at: <http://www.surabaya.go.id/profilkota/index.php?id=1>
[Diakses 31 Maret 2015].

Pemerintah Kota Surabaya, 2013. *Surabaya MRT*, 2013: Pemerintah Kota Surabaya.

Schade, B. & Rothengatter, W., 2004. *The Economic Impact of Environmentally Sustainable*, Karlsruhe: University of Karlsruhe.

Setiawan, E., 2012. *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) online*. [Online]
Available at: <http://kbbi.web.id/monorel>
[Diakses 3 April 2015].

Sterman, J. D., 2000. *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World*. 1st penyunt. Massachusetts: Irwin McGraw-Hill.

Surabaya Monorail & Tram Project, 2013. *Latar Belakang*. [Online]
Available at: http://smart.surabaya.go.id/?page_id=2
[Diakses 6 April 2015].

Sutomo, M. S., 2012. *Kebutuhan Transportasi Publik di Kota Surabaya*. [Online]
Available at: <http://ylpkjatim.or.id/kebutuhan-angkutan-umum-di-kota-surabaya-revisi/>
[Diakses 12 Maret 2015].

Tasrif, D. M., 2006. *Analisis Kebijakan Menggunakan Model System Dynamics*. 2nd penyunt. Bandung: Program Magister Studi Pembangunan ITB.

Wirjodirdjo, P. B., 2010. *Konsep-konsep Dasar Simulasi*, Surabaya: ITS.

Yang, Y., 2006. *Assessment of The Impact of Urban Rail Transit on Metropolitan Regions Using System Dynamics Model*, China: Southwest Jiaotong University.

LAMPIRAN

Submodel Ekonomi:

$$\text{Demand_Bororail}(t) = \text{Demand_Bororail}(t - dt) + (\text{Laju_Demand_Boyorail}) * dt$$

$$\text{INIT Demand_Bororail} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{Laju_Demand_Boyorail} =$$

$$\text{Submodel_Penduduk.Populasi_Penduduk} * \text{Rasio_Demand_Boyorail} * \text{Submodel_Transportasi.'\%_Boyorail'}$$

$$\text{Demand_Surotrem}(t) = \text{Demand_Surotrem}(t - dt) + (\text{Laju_Demand_Surotrem}) * dt$$

$$\text{INIT Demand_Surotrem} = 0$$

INFLOWS:

$$\text{Laju_Demand_Surotrem} =$$

$$\text{Submodel_Penduduk.Populasi_Penduduk} * \text{Rasio_Demand_Surotrem} * \text{Submodel_Transportasi.'\%_Surotrem'}$$

$$\text{PDRB_Penyedia_Transportasi}(t) = \text{PDRB_Penyedia_Transportasi}(t - dt) + (\text{Laju_PDRB_Transportasi}) * dt$$

$$\text{INIT PDRB_Penyedia_Transportasi} = 7809004389808.15$$

INFLOWS:

$$\text{Laju_PDRB_Transportasi} =$$

$$\text{PDRB_Penyedia_Transportasi} * \text{Tingkat_Pertumbuhan_Transportasi_non_SMART}$$

$$\text{PDRB_Sektor_Lain}(t) = \text{PDRB_Sektor_Lain}(t - dt) + (\text{Laju_PDRB_Sektor_Lain}) * dt$$

$$\text{INIT PDRB_Sektor_Lain} = 115757963092968$$

INFLOWS:

$$\text{Laju_PDRB_Sektor_Lain} =$$

$$\text{PDRB_Sektor_Lain} * \text{Tingkat_Pertumbuhan_Sektor_Lain}$$

$\text{Delay_PDRB} = \text{DELAY}(\text{PDRB_Surabaya}, 1)$
 $\text{PDRB_SMART} = \text{Value_Added_SMART}$
 $\text{PDRB_Surabaya} = \text{PDRB_Sektor_Lain} + \text{PDRB_Transportasi}$
 $\text{PDRB_Transportasi} = \text{PDRB_SMART} + \text{PDRB_Penyedia_Transportasi}$
 $\text{Pendapatan_per_Kapita} = \frac{\text{PDRB_Surabaya}}{\text{Submodel_Penduduk.Populasi_Penduduk}}$
 $\text{Perkembangan_Ekonomi} = \frac{(\text{PDRB_Surabaya} - \text{Delay_PDRB})}{\text{Delay_PDRB}}$
 $\text{Rasio_Demand_Boyorail} = 13.66$
 $\text{Rasio_Demand_Surotrem} = 8.73$
 $\text{Revenue_Boyorail} = \text{Demand_Bororail} * (\text{Subsidi_Boyorail} + \text{Tarif_PNP})$
 $\text{Revenue_SMART} = \text{IF Submodel_Transportasi.Jarak_Perjalanan_SMART} \geq 1 \text{ THEN } \text{Revenue_Boyorail} + \text{Revenue_Surotrem} \text{ ELSE } 0$
 $\text{Revenue_Surotrem} = \text{Demand_Surotrem} * (\text{Subsidi_Surotrem} + \text{Tarif_PNP})$
 $\text{Subsidi_Boyorail} = 30000$
 $\text{Subsidi_Surotrem} = 4000$
 $\text{Tarif_PNP} = 6000$
 $\text{Tingkat_Pertumbuhan_Sektor_Lain} = 0.07$
 $\text{Tingkat_Pertumbuhan_Transportasi_non_SMART} = 0.0611$
 $\text{Value_Added_SMART} = \text{Revenue_SMART} - \text{Submodel_Transportasi.Konsumsi_Operasi}$

Submodel Konsumsi dan Lingkungan:

$\text{Jumlah_Polusi}(t) = \text{Jumlah_Polusi}(t - dt) + (\text{Laju_Peningkatan_Polusi}) * dt$
 $\text{INIT Jumlah_Polusi} = 3358193.21$
INFLOWS:
 $\text{Laju_Peningkatan_Polusi} = \text{Jumlah_Polusi} * \text{Peningkatan_Polusi}$
 $\text{Konsumsi_non_Transportasi}(t) = \text{Konsumsi_non_Transportasi}(t - dt) + (\text{Laju_Konsumsi_non_Transportasi}) * dt$
 $\text{INIT Konsumsi_non_Transportasi} = 0.4 * 339256289785280.00$
INFLOWS:

Laju_Konsumsi_non_Transportasi =

(Konsumsi_non_Transportasi*Peningkatan_Konsumsi_non_Transportasi)

Konsumsi_Transportasi(t) = Konsumsi_Transportasi(t - dt) +

(Laju_Peningkatan_konsumsi_Transportasi) * dt

INIT Konsumsi_Transportasi = 0.4*16440470772509.30

INFLOWS:

Laju_Peningkatan_konsumsi_Transportasi =

(Peningkatan_Konsumsi_Transportasi*Konsumsi_Transportasi)

Delay_Cost =

DELAY(Submodel_Transportasi.Konsumsi_Energi_or_Traveling_Cost,1)

Delay_Polusi = DELAY(Konversi_Polusi,1)

Konsumsi_per_Kapita =

Total_Konsumsi_dan_Pengeluaran/Submodel_Penduduk.Populasi_Penduduk

Konversi_Polusi = Submodel_Transportasi.Konsumsi_BBM*0.2176405

Peningkatan_Konsumsi_non_Transportasi = 0.075

Peningkatan_Konsumsi_Transportasi =

(Submodel_Transportasi.Konsumsi_Energi_or_Traveling_Cost-

Delay_Cost)/Submodel_Transportasi.Konsumsi_Energi_or_Traveling_Cost

Peningkatan_Polusi = (Konversi_Polusi-Delay_Polusi)/Delay_Polusi

Rasio_Konsumsi_dan_PDRB_per_Kapita =

Submodel_Ekonomi.PDRB_Surabaya/Total_Konsumsi_dan_Pengeluaran

Total_Konsumsi_dan_Pengeluaran =

Konsumsi_non_Transportasi+Konsumsi_Transportasi

Submodel Penduduk:

Populasi_Penduduk(t) = Populasi_Penduduk(t - dt) + (Kelahiran + Urbanisasi -

Kematian) * dt

INIT Populasi_Penduduk = 3358194

INFLOWS:

Kelahiran = Populasi_Penduduk*Fraksi_Kelahiran

Urbanisasi = Populasi_Penduduk*Fraksi_Urbanisasi

OUTFLOWS:

Kematian = Populasi_Penduduk*Fraksi_Kematian

Angkatan_Kerja =
(Proporsi_Angkatan_Kerja_Lain*Populasi_Penduduk)+Angkatan_Kerja_SMA
RT

Angkatan_Kerja_SMART =
(Submodel_Transportasi.Pembangunan_Surotrem+Submodel_Transportasi.Pe
mbangunan_Boyorail)*Proporsi_Angkatan_Kerja_SMART

Fraksi_Kelahiran = 0.012328

Fraksi_Kematian = 0.0054

Fraksi_Urbanisasi = 0.019753

Proporsi_Angkatan_Kerja_Lain = 0.254

Proporsi_Angkatan_Kerja_SMART = 17.70780856

Submodel Transportasi:

Jumlah_Mobil(t) = Jumlah_Mobil(t - dt) + (Laju_Peningkatan_Mobil) * dt

INIT Jumlah_Mobil = 5479747

INFLOWS:

Laju_Peningkatan_Mobil =
Submodel_Penduduk.Populasi_Penduduk*Fraksi_Pembelian_Mobil

Jumlah_Motor(t) = Jumlah_Motor(t - dt) + (Laju_Peningkatan_Motor) * dt

INIT Jumlah_Motor = 43483319

INFLOWS:

Laju_Peningkatan_Motor =
Submodel_Penduduk.Populasi_Penduduk*Fraksi_Pembelian_Motor

Pembangunan_Surotrem(t) = Pembangunan_Surotrem(t - dt) +
(Pertambahan_Panjang_Surotrem) * dt

INIT Pembangunan_Surotrem = 0.00000001

INFLOWS:

Pertambahan_Panjang_Surotrem =
 (Investasi_Surotrem/Biaya_Pembangunan__Surotrem_per_KM)*Skala_Konstruksi_Surotrem

Pembangunan_Boyorail(t) = Pembangunan_Boyorail(t - dt) +
 (Pertambahan_Panjang_Boyorail) * dt

INIT Pembangunan_Boyorail = 0.00000001

INFLOWS:

Pertambahan_Panjang_Boyorail =
 (Investasi_Boyorail/Biaya_Pembangunan_Boyorail_per_KM)*Skala_Konstruksi_Boyorail

'%_Boyorail' = Boyorail/23

'%_Surotrem' = Surotrem/16.7

Biaya_Operasional_Boyorail =
 Economical_Fare_Boyorail*Number_of_Trip_Boyorail*'%_Boyorail'

Biaya_Operasional_Surotrem =
 Economical_Fare_Surotrem*Number_of_Trips_Surotrem*'%_Surotrem'

Biaya_Pembangunan_Boyorail_per_KM = 369817459795.739

Biaya_Pembangunan__Surotrem_per_KM = 75462193893.8323

Boyorail = IF Pembangunan_Boyorail<=23 THEN Pembangunan_Boyorail
 ELSE 23

Economical_Fare_Boyorail = 14800000

Economical_Fare_Surotrem = 1200000

Fraksi_Pembelian_Mobil = 0.193214088

Fraksi_Pembelian_Motor = 1.046211896

Investasi_Boyorail = 8505801575302/10

Investasi_Surotrem = 1260218638027/10

Jarak_Perjalanan_Boyorail =
 Boyorail*Number_of_Trip_Boyorail*Pnp_Boyorail

Jarak_Perjalanan_Kendaraan_Bermotor =
 (Jumlah_Mobil*28.96)+(Jumlah_Motor*14.79)-Jarak_Perjalanan_SMART

Jarak_Perjalanan_SMART

Jarak_Perjalanan_Boyorail+Jarak_Perjalanan_Surotrem

Jarak_Perjalanan_Surotrem

Number_of_Trips_Surotrem*Surotrem*Pnp_Surotrem

Konsumsi_BBM = Jarak_Perjalanan_Kendaraan_Bermotor/50

Konsumsi_Energi_or_Traveling_Cost

Konsumsi_Operasi+(Konsumsi_BBM*7400)

Konsumsi_Operasi = IF Jarak_Perjalanan_SMART>=1.7 THEN

Biaya_Operasional_Surotrem+Biaya_Operasional_Boyorail ELSE 0

Number_of_Trips_Surotrem = 300*365

Number_of_Trip_Boyorail = 300*365

Pnp_Boyorail = 400

Pnp_Surotrem = 200

Skala_Konstruksi_Boyorail = 0.8

Skala_Konstruksi_Surotrem = 1

Surotrem = IF Pembangunan_Surotrem<=16.7 THEN Pembangunan_Surotrem

ELSE 16.7

Traveling_Time = Jarak_Perjalanan_Kendaraan_Bermotor*2.5

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Muhammad Caesario Baruzza dan dilahirkan di Jakarta. 21 Juli 1994. Penulis merupakan anak pertama dari dua saudara dari pasangan Samsul Hadi dan Ida Wahyuni. Dalam masa studinya, penulis menempuh pendidikan jenjang Sekolah Dasar di MIN 16 Cipayung Jakarta (2000-2006), MTs PPMI Assalaam (2006-2009), SMA PPMI Assalaam (2009-2011) dan Teknik Industri ITS (2011-2015). Beberapa organisasi yang pernah diikuti oleh

penulis selama masa jenjang perkuliahan adalah HMTI ITS (2012-2014) dimana selaku Staff Departemen Sosial Masyarakat HMTI ITS (2012-2013) dan sebagai Kepala Biro Agitasi Sosial (2013-2014). Selain HMTI ITS, penulis juga mengikuti organisasi JMMI ITS (2012-2013) Sebagai Staff JMMI ITS. Dalam pengalaman kerja, penulis pernah mengikuti *student internship* atau magang di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Penulis diposisikan sebagai asisten pada Departemen *Center of Dynamic Learning* dimana tugas utamanya adalah membuat perancangan kurikulum karyawan dalam inisiasi *Corporate University* yang akan dibanun oleh PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.